

THÈSES

N° D'ORDRE

639

PRÉSENTÉES

A LA FACULTÉ DES SCIENCES DE PARIS

POUR OBTENIR

LE GRADE DE DOCTEUR ÈS SCIENCES NATURELLES

PAR

Joseph CARALP

LICENCIÉ ÈS SCIENCES NATURELLES

PRÉPARATEUR DE GÉOLOGIE ET DE MINÉRALOGIE A LA FACULTÉ DES SCIENCES DE TOULOUSE

CHARGÉ DE COURS COMPLÉMENTAIRES A LA MÊME FACULTÉ

ATTACHÉ AU SERVICE DE LA CARTE GÉOLOGIQUE DÉTAILLÉE DE LA FRANCE

1^{re} THÈSE. — ÉTUDES GÉOLOGIQUES SUR LES HAUTS MASSIFS DES PYRÉNÉES
CENTRALES (ARIÈGE, HAUTE-GARONNE, VALLÉE D'ARAN).

2^{me} THÈSE. — PROPOSITIONS DONNÉES PAR LA FACULTÉ.

Soutenues le 2⁷ ^{sept} juillet devant la Commission d'examen.

MM. HÉBERT, *Président*.

DE LACAZE-DUTHIERS, }

BONNIER, }

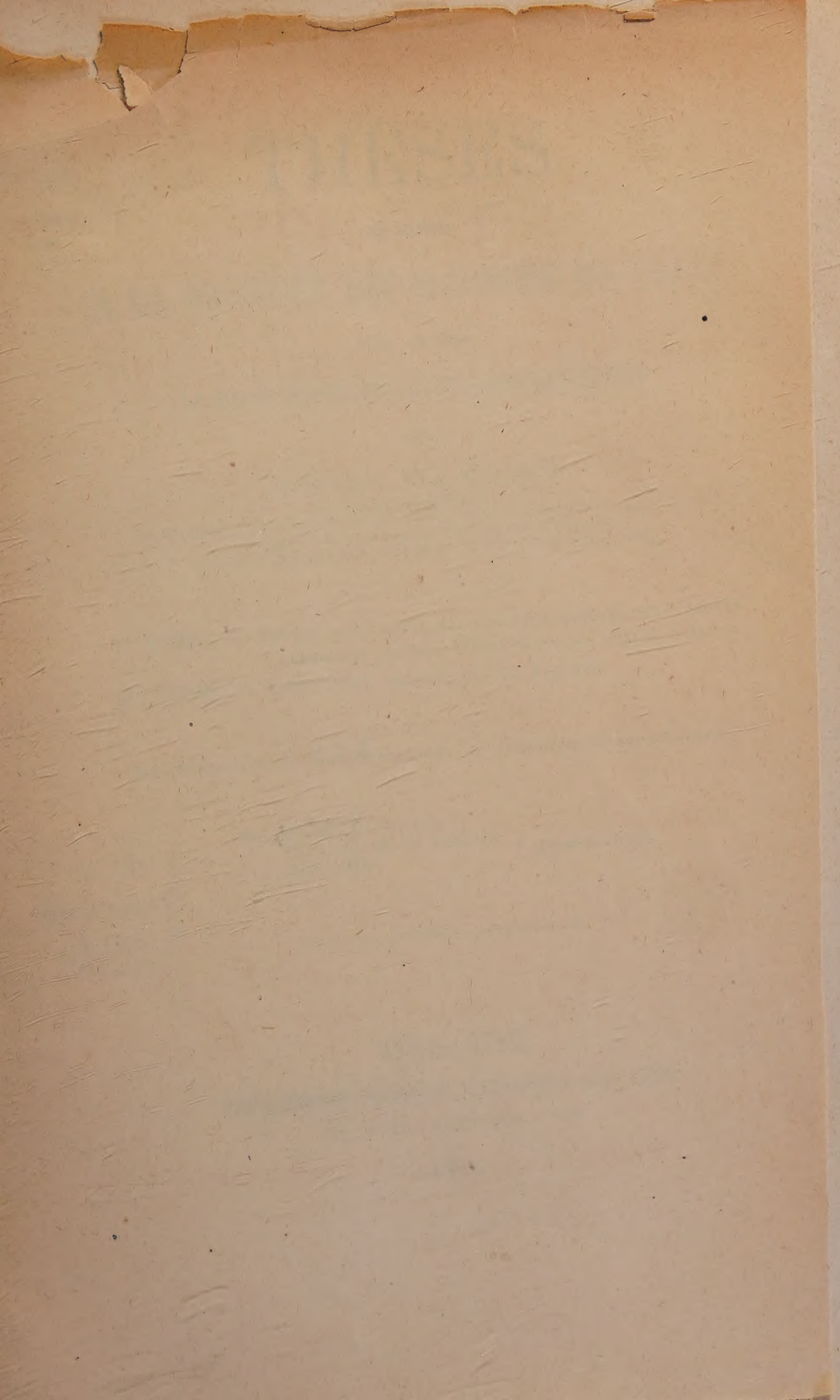
Examineurs.

TOULOUSE

IMPRIMERIE DURAND, FILLOUS & LAGARDE

44 — RUE SAINT-ROME — 44

1888



THESES

A LA FACULTE DES SCIENCES DE PARIS

LE GÉNÉRAL DE LA FLOTTE ET DE L'ARMÉE

JOSEPH O'NEILL

1892

TOULOUSE

IMPRIMERIE DE LA FACULTE DES SCIENCES

11 - RUE DE LA FACULTE - 11

1892

SÉRIE A

N° 114

N° D'ORDRE

639

THÈSES

PRÉSENTÉES

A LA FACULTÉ DES SCIENCES DE PARIS

POUR OBTENIR

LE GRADE DE DOCTEUR ÈS SCIENCES NATURELLES

PAR

Joseph CARALP

LICENCIÉ ÈS SCIENCES NATURELLES

PRÉPARATEUR DE GÉOLOGIE ET DE MINÉRALOGIE A LA FACULTÉ DES SCIENCES DE TOULOUSE

CHARGÉ DE COURS COMPLÉMENTAIRES A LA MÊME FACULTÉ

ATTACHÉ AU SERVICE DE LA CARTE GÉOLOGIQUE DÉTAILLÉE DE LA FRANCE

1^{re} THÈSE. — ÉTUDES GÉOLOGIQUES SUR LES HAUTS MASSIFS DES PYRÉNÉES
CENTRALES (ARIEGE, HAUTE-GARONNE, VALLÉE D'ARAN).

2^{me} THÈSE. — PROPOSITIONS DONNÉES PAR LA FACULTÉ.

Soutenues le 2^{avril} ~~juillet~~ devant la Commission d'examen.

MM. HÉBERT, *Président.*

DE LACAZE-DUTHIERS, } *Examineurs.*
BONNIER,



TOULOUSE

IMPRIMERIE DURAND, FILLOUS & LAGARDE

44 — RUE SAINT-ROME — 44

1833

ACADÉMIE DE PARIS

FACULTÉ DES SCIENCES DE PARIS

MM.

Doyen..... HÉBERT, Professeur.... Géologie.

Professeurs honoraires. { PASTEUR
DUCHARTRE

Professeurs { DE LACAZE-DUTHIERS. Zoologie, Anatomie, Phy-
siologie comparée.
HERMITE..... Algèbre supérieure.
TROOST..... Chimie.
FRIEDEL..... Chimie organique.
O. BONNET..... Astronomie.
DARBOUX..... Géométrie supérieure.
DEBRAY..... Chimie.
TISSERAND..... Astronomie.
LIPPMANN..... Physique.
HAUTEFEUILLE..... Minéralogie.
BOUTY..... Physique.
APPELL..... Mécanique rationnelle.
DUCLAUX..... Chimie biologique.
BOUSSINESQ..... Mécanique physique et
expérimentale.
PICARD..... Calcul différentiel et Calcul
intégral.
POINCARÉ..... Calcul des probabilités,
Physique mathématique.
YVES DELAGE..... Zoologie, Anatomie. Phy-
siologie comparée.
G. BONNIER..... Botanique.
DASTRE..... Physiologie.

Professeurs adjoints. { WOLF..... Physique céleste.
CHATIN..... Zoologie, Anatomie, Phy-
siologie comparée.
JOLY..... Chimie.

Secrétaire..... PHILIPPON.

A

MONSIEUR ED. HÉBERT

MEMBRE DE L'INSTITUT
DOYEN DE LA FACULTÉ DES SCIENCES DE PARIS
PROFESSEUR DE GÉOLOGIE A LA MÊME FACULTÉ

Hommage respectueux.

A MON CHER ET HONORÉ MAÎTRE

MONSIEUR LOUIS LARTET

PROFESSEUR DE GÉOLOGIE A LA FACULTÉ DES SCIENCES DE TOULOUSE

Hommage de profonde reconnaissance.

JOSEPH CARALP.

INTRODUCTION

OBJET DE CETTE ÉTUDE

Au-dessous du terrain dévonien dont les marbres aux vives couleurs forment un horizon nettement défini, se trouve, tout le long des Pyrénées, une masse considérable de schistes et de calcaires, les uns cristallins et absolument azoïques, les autres plus ou moins terreux, renfermant çà et là des traces d'êtres organisés. C'est une bande fort importante qui constitue en majeure partie l'ossature de la chaîne et s'étend presque sans interruption sur une longueur moyenne de 30 à 40 kilomètres, depuis la Méditerranée jusqu'aux rivages de l'Océan.

Il en est de ces premières périodes de la vie du globe comme des premiers âges de l'humanité ; les documents qui pourraient nous éclairer sur leur compte étant peu nombreux, leur histoire est à peine connue et pour ainsi dire dans l'enfance.

Bien rares, il est vrai, sont les géologues qui en ont abordé l'étude dans les massifs pyrénéens : la pénurie des fossiles, les perturbations des assises, les difficultés de l'observation dans un pays accidenté dont certaines parties ne sont accessibles que quelques jours dans l'année, l'écartement des centres habitables : c'est là tout un ensemble de circonstances peu fait pour attirer le naturaliste qui trouve dans les terrains plus récents, et aux abords de la plaine, des résultats à la fois plus décisifs et plus rapides.

Tandis, en effet, que les terrains secondaires et tertiaires des Pyrénées présentent une faune relativement riche et variée, les formations paléozoïques, surtout les plus anciennes, modifiées profondément par le métamorphisme et les dislocations survenues à diverses époques, ont rarement gardé trace des organismes dont les dépouilles dûrent être enfouies dans leurs sédiments. Aussi, abstraction faite de quelques niveaux fossili-

fières, précieux horizons géognostiques, malheureusement trop clair-semés et trop discontinus, le géologue est fréquemment dans l'embarras pour se reconnaître au milieu de couches bouleversées, changeant de faciès à une faible distance et dans lesquelles même la stratification, masquée par le clivage et le développement de la cristallinité, cesse bien souvent d'être discernable.

Écoutez ce qu'en dit Durocher dans son *Essai sur le Terrain de transition des Pyrénées* : « Plusieurs circonstances, dit-il (p. 16) rendent cette étude *très difficile* dans les Pyrénées ; les roches sont extrêmement contournées et leur disposition primitive a été *très dérangée* » par la superposition de plusieurs systèmes de soulèvements... Ces phénomènes de dislocation ont produit de nombreuses et larges ruptures » et ont fait subir aux couches des mouvements tels qu'il est aujourd'hui *très difficile* de les raccorder... Les couches ont non seulement été fracturées, mais encore elles ont été soumises à des forces de torsions qui les ont déplacées en leur imprimant divers contournements. »

Depuis plusieurs années, j'ai pris à tâche de débrouiller de mon mieux ces assises puissantes, sur lesquelles les opinions les plus divergentes ont été émises tour à tour.

Etablir la succession chronologique de ces assises, les grouper autant que possible d'une façon rationnelle, les rapporter enfin à des niveaux classiques pris pour termes de comparaison, tel est le triple but que je me suis proposé.

La découverte de plusieurs gîtes fossilifères m'a été d'un précieux secours : mais souvent, en l'absence de fossiles, nécessité a été de recourir aux caractères lithologiques ou stratigraphiques, et particulièrement à ceux qui, par leur constance ou leur netteté, présentaient une valeur réelle.

C'est en faisant intervenir toutes les données que me fournissait l'observation, en mettant à profit les travaux de mes devanciers, et puisant, pour ainsi dire, à toutes les sources, qu'il m'a été possible de tenter un classement qui, pour n'avoir pas toute la rigueur que lui prêteraient des documents paléontologiques plus nombreux, peut néanmoins synthétiser les résultats que j'ai acquis jusqu'à ce jour ; tel qu'il est, cet essai de synthèse m'a servi de cadre pour étudier les principales vallées des Pyrénées centrales et établir de grandes coupures dans des terrains très étendus, confondus pour la plupart sous le même nom, sous la même teinte géologique.

Comme on pourra le voir au cours de ce travail, dans la partie histori-

que, on a beaucoup écrit sur les diverses vallées des Pyrénées centrales. Je citerai en première ligne en ce qui concerne les formations les plus anciennes :

Pour la Haute-Ariège. . . MM. François, Garrigou, Mussy, Seignette, de Lacvivier.

Pour le Haut-Salat. Magnan, Bleicher.

Pour la Haute-Garonne. . François, Leymerie, Garrigou.

Pour les Hautes-Pyrénées. . E. Frossard,

tous auteurs de monographies plus ou moins importantes.

Les documents semblent donc ne pas faire défaut à qui cherche à se rendre compte de la géologie de ces montagnes. Mais, presque toujours les formations anciennes et primordiales, qui constituent mon objectif, ont été traitées d'une façon rapide et sacrifiées en quelque sorte à d'autres terrains qui, par leur richesse en fossiles, leur développement régulier, présentaient un plus vif intérêt. Quelques-uns pourtant, abordant franchement la question, ont cherché à déchiffrer ces vieilles archives de notre chaîne pyrénéenne. Mais quand on veut comparer les travaux de divers auteurs dans une même vallée, on se trouve en présence des divergences les plus grandes, des interprétations les plus opposées, au milieu desquelles il serait difficile de se faire une opinion et de démêler ce qui semble le plus l'expression de la vérité.

La discordance augmente encore quand on met en regard des travaux portant sur des régions différentes, que l'on cherche, par exemple, à comparer les terrains de l'Ariège avec ceux de la Haute-Garonne.

Plusieurs géologues, et des plus éminents, Charpentier, Dufrénoy, Magnan, ont cherché à embrasser dans leurs travaux tout l'ensemble de la chaîne. Mais ces travaux, en raison même de leur généralité, ne pouvaient donner qu'une faible place aux formations les plus anciennes, sur lesquelles d'ailleurs les documents étaient de la plus grande rareté. D'autres, plus spécialement consacrés aux terrains paléozoïques, se basent presque exclusivement sur des considérations lithologiques (Zirkel) ou stratigraphiques (Durocher), par exemple, sur les directions des couches.

Je dois dire, d'ailleurs, à l'excuse de mes devanciers, que la plupart d'entre eux n'ont pu profiter des magnifiques découvertes que la géologie a faites depuis un demi-siècle dans presque toutes les parties du globe, ni des pièces paléontologiques qui ont été recueillies dans ces derniers temps sur divers points des Pyrénées.

Quelques monographies de terrains ont été aussi publiées : dans cette catégorie se trouve la note récente de M. Jacquot, sur le terrain cam-

brien des Pyrénées, celle beaucoup plus ancienne de M. Garrigou, sur le terrain laurentien de la chaîne et celle de M. L. Lartet, sur le terrain carbonifère.

Quoi qu'il en soit, il y avait dans l'histoire de cette chaîne une large lacune. J'ai cherché à la combler de mon mieux.

A de plus expérimentés que moi revenait cette tâche dont je ne me dissimulais pas les difficultés. Maintes fois je me suis demandé si le travail n'était pas au-dessus de mes forces. Mais les recherches même que j'ai dû faire pour l'exécution des feuilles de la carte géologique que M. l'Inspecteur général Jacquot avait bien voulu me confier, grâce au bienveillant patronage de M. Hébert, m'ont mis dans la nécessité d'attaquer de front les difficultés et d'aborder résolument le problème.

Loin de moi la prétention d'avoir tout dit sur le sujet, d'avoir complètement épuisé la matière. Longtemps encore, ces régions élevées, où règnent aux deux tiers de l'année les glaces et les frimas, offriront un champ d'études des plus vastes, des plus féconds. Pas de coin de vallée, pas de gorge, si sauvage qu'elle soit, pas de pli de terrain qui ne puisse recéler des faits curieux, soulever d'intéressants problèmes et parfois même donner la clef de questions jusque-là énigmatiques. Néanmoins, bien que l'anatomie de ces contrées montagneuses soit encore fort incomplète, je crois opportun de livrer à la publicité le fruit de mes observations pendant plusieurs années, comptant les compléter dans un délai peu éloigné. Heureux, si dans ces contrées, à peine explorées pour la plupart, j'ai réussi à tracer quelques grandes lignes pouvant guider ceux qui visiteront après moi ces belles montagnes : heureux, si après bien des courses, après de longues heures de méditation, mon travail vient jeter un peu de clarté sur l'histoire encore si obscure des hauts massifs pyrénéens.

Pays embrassé dans cette étude

Tout d'abord, le principal objectif de mes excursions a été le Haut-Salat, c'est-à-dire la zone montagneuse qui, adossée à l'Espagne, s'étend de l'est à l'ouest, entre la vallée de l'Ariège et celle de la Haute-Garonne. Cette région, dont certaines parties étaient fort mal connues, m'a occupé dans l'origine d'une manière toute spéciale ; on verra que dans la suite elle m'a servi de type et que j'ai cherché à lui rapporter les autres régions des Pyrénées.

Plus tard, poussant mes investigations à droite et à gauche de ce centre, j'ai successivement englobé dans mes études la Haute-Ariège, la Haute-

Garonne, les Hautes-Pyrénées, territoire étendu qui correspond aux Pyrénées centrales, en prenant cette dénomination dans son acception la plus large. Les deux départements formant en quelque sorte les ailes de la chaîne, c'est-à-dire les Basses-Pyrénées et les Pyrénées-Orientales, ne rentrent donc pas dans mon cadre.

Récemment, j'ai étendu mes recherches au versant espagnol, et plus particulièrement à la vallée d'Aran qui, par sa position topographique, m'a servi à raccorder les terrains de la Haute-Ariège avec ceux de la Haute-Garonne, et m'a fourni ainsi de précieux éléments de coordination.

Par contre, le département des Hautes-Pyrénées, sur lequel je n'ai pas encore de données suffisantes, n'a été traité que d'une manière tout à fait incidente.

Laissant presque entièrement de côté les formations secondaires et tertiaires, ainsi que la partie supérieure des terrains de transition, j'aurai surtout pour objet dans ce travail les terrains primordiaux et les terrains paléozoïques les plus anciens, ou si l'on veut, la série infra-dévonienne, bien moins connue que le reste.

Pour ne constituer que quelques étages dans l'échelle des terrains, ces formations n'en ont pas moins une importance considérable : dans les contreforts de la chaîne elles affleurent sur de larges surfaces, et, d'autre part, elles composent presque exclusivement les hauts massifs. Sauf en des points très rares, et en particulier vers le cirque de Gavarnie, la crête limitrophe de la France et de l'Espagne est entièrement dans ce système ; il règne presque sans partage au nord de la frontière jusqu'à 20 ou 25 kilomètres de distance ; au-delà de cette limite, les terrains plus récents font leur apparition d'abord timidement, formant quelques îlots, comblant quelques bassins très circonscrits ; puis augmentant en surface, ils prédominent à leur tour et finissent par masquer complètement les formations anciennes qui leur servent de base ; néanmoins ça et là (Salies-du-Salat, Capvern, Bagnères-de-Bigorre) dans des régions relativement déprimées et presque sur la bordure de la plaine surgissent, d'une manière inattendue, des pointements de terrains paléozoïques et primordiaux.

MÉTHODE

1^o Méthode suivie pour l'étude des terrains

Dans le début, mes études ont été cantonnées plus spécialement dans le Castillonnais, partie occidentale de l'arrondissement de Saint-Girons. Le terrain silurien y est bien représenté et prend un grand développement dans les hautes vallées de cette région, et surtout dans le Biros. Mon pre-

mier soin fut d'établir la succession des assises à l'aide de coupes multipliées levées en divers sens. La découverte au sein de ces assises d'un certain nombre de fossiles me fournit ensuite sur leur âge relatif des indications précieuses.

Après avoir étudié le Castillonnais, une curiosité bien naturelle me poussa à étendre le champ de mes recherches et à porter mes investigations à droite et à gauche dans les vallées voisines du Haut-Salat et dans les départements limitrophes. C'est ainsi que j'ai parcouru tour à tour la Haute-Ariège, la Haute-Garonne, les Hautes-Pyrénées, et au cours de ces explorations j'ai retrouvé à peu près constamment, dans toute l'étendue des Pyrénées centrales, les principaux termes de la série géologique que j'avais reconnue dans le Biros.

La généralité de la succession était donc reconnue ; mais la tâche était incomplète ; il fallait fixer l'âge des zones. Certaines régions n'avaient pas donné le moindre fossile ; dans d'autres, et particulièrement dans la Haute-Garonne, on avait découvert quelques horizons fossilifères, mais leur position stratigraphique restait fort incertaine.

La comparaison des terrains du Haut-Salat et de la Haute-Garonne m'a été, à cet égard, très fructueuse : de part et d'autre la série paraît incomplète, soit qu'il y ait réellement des lacunes, soit que certains niveaux aient échappé jusqu'ici à l'observation ; de part et d'autre aussi, il est des horizons lithologiques remarquables par leur constance, fossilifères dans une région, azoïques dans l'autre.

Les horizons fossilifères de l'Ariège m'ont servi à déterminer les niveaux qui, dans la Haute-Garonne, étaient purement lithologiques et, à leur tour, les niveaux fossilifères de la Haute-Garonne m'ont rendu le même service pour certaines zones du Castillonnais où je n'avais pas trouvé de traces organiques.

C'est en complétant ces deux séries l'une par l'autre, et en m'aidant aussi de quelques rares observations faites sur d'autres points des Pyrénées, que je suis arrivé à établir la succession des assises et d'un autre côté à fixer l'âge de plusieurs niveaux.

En suivant cette marche qui me semblait rationnelle, j'ai eu la satisfaction de reconnaître que les grandes coupures que j'avais établies dans le Saint-Gironnais, se retrouvent presque partout, de sorte, malgré quelques discordances de détail, il y a dans l'ensemble de la chaîne une harmonie et une ordonnance majestueuses.

2^e Méthode suivie dans l'exposé des résultats

Restait à exposer les résultats de mes recherches. Quel ordre fallait-il suivre de préférence ? Dans mes explorations, les études de détail avaient précédé les études d'ensemble ; l'analyse était venue avant la synthèse.

La même méthode pouvait-elle s'appliquer ici ? Décrire d'abord les diverses vallées les unes après les autres, déduire ensuite de ces observations multiples les traits généraux des diverses formations, c'était là assurément la marche qui semblait s'imposer ; mais en me mettant à l'œuvre j'ai dû bien vite reconnaître que, pour être la plus rationnelle, cette manière de procéder n'en présente pas moins des inconvénients sérieux ; en outre des nombreuses redites qu'elle entraînait nécessairement avec elle, elle avait le tort grave de tenir en suspens l'attention du lecteur qui courait risque de s'égarer parmi une foule de détails dont il ne pouvait pas apprécier l'importance relative.

Inversement, établir tout d'abord les caractéristiques de chaque terrain et en faire ensuite l'application aux diverses parties de la chaîne, me paraissait conduire au but d'une façon plus rapide ; mais c'était là une méthode peu logique puisqu'elle était toute différente de celle qu'avait suivie l'esprit pour arriver à la vérité.

Pour éviter ce double écueil et concilier en quelque sorte les avantages des deux méthodes, j'ai pris un moyen terme : avant de passer à la description particulière de chaque vallée, j'ai établi rapidement, dans un chapitre préliminaire, la succession des principales assises, leur âge relatif, et cela soit à l'aide d'un petit nombre de coupes convenablement choisies, soit à l'aide de quelques données empruntées à des considérations de divers ordres. Après ce coup d'œil d'ensemble, pour ainsi dire panoramique, chaque région a été passée en revue avec détail. C'est ainsi que j'ai présenté tour à tour les vallées les plus importantes de la Haute-Ariège, du Haut-Salat, de la Haute-Garonne, en faisant maintes incursions sur le territoire espagnol.

Ces études analytiques ont eu comme corollaire des résultats synthétiques relatifs aux divers terrains, résultats qui sont résumés dans autant de chapitres.

Après avoir fait ainsi l'histoire des dépôts les plus anciens, j'ai examiné à part les roches internes, éruptives ou filoniennes, qui le sont traversés à diverses époques.

Au cours de ce travail, j'ai examiné la répartition de ces divers terrains dans toute l'étendue des Pyrénées centrales ; un certain nombre de coupes générales, sensiblement perpendiculaires à la chaîne comme celles de Ma-

gnan, serviront, bien qu'elles soient un peu théoriques, à montrer les relations mutuelles des divers terrains; il sera ainsi facile de suivre les horizons géologiques d'une vallée à l'autre et d'étudier de proche en proche leurs variations latérales.

Ces coupes pourront, dans une certaine mesure, suppléer à l'absence d'une carte géologique à l'exécution de laquelle j'ai dû renoncer, n'ayant pas, pour le côté espagnol, une base topographique suffisamment exacte.

Une analyse critique, résumant les travaux relatifs à cette partie de la géologie pyrénéenne, précèdera toutes ces considérations. Le plan de l'ouvrage sera donc le suivant :

1^{re} PARTIE — *Analyse critique des travaux antérieurs.*

2^{me} — — *Succession et groupement des terrains en général.*

3^{me} — — *Description géologique par régions.*

4^{me} — — *Etude particulière des terrains sédimentaires et éruptifs.*

Avant d'entrer en matière, qu'il me soit permis d'exprimer ma vive gratitude à M. Hébert, à l'intervention de qui je dois l'avantage d'être attaché, depuis plusieurs années, au service de la carte géologique de la France; aussi à mon savant maître, M. Louis Lartet, dont les leçons m'ont été si profitables et les encouragements si précieux. Mes remerciements à M. Lebesconte qui s'est gracieusement offert pour comparer mes fossiles pyrénéens à ses fossiles bretons, et enfin à mon excellent collègue, M. Bræmer, professeur à l'École de Médecine de Toulouse; à la complaisance de qui j'ai eu maintes fois recours pour des traductions allemandes.

TABLE DES MATIÈRES

INTRODUCTION

	Pages.
Objet de cette étude.	v
Pays embrassé dans cette étude.	viii
Méthode suivie pour l'étude des terrains.	ix
— dans l'exposé des résultats.	xj

I^{re} Partie.

ANALYSE CRITIQUE DES TRAVAUX ANTÉRIEURS

Liste alphabétique par auteurs.	3
Analyse critique des publications.	5

II^e Partie.

SUCCESSION GÉNÉRALE ET GROUPEMENT DES TERRAINS

Succession dans la Haute-Ariège.	127
— le Haut-Salat.	128
Existence du silurien supérieur.	130
— du silurien moyen.	130
— du silurien inférieur.	131
— de l'archéen.	132
— du terrain primitif.	134
Divers horizons de l'Ariège.	134
Succession dans la Haute-Garonne.	135
Faunes de la Haute-Garonne.	136
Tableau comparatif des diverses zones de la Haute-Ariège, du Haut-Salat, et de la Haute-Garonne.	140
Tableau de la succession générale.	141
Conclusions sur la succession et le groupement des terrains.	142
Variations du faciès lithologique.	144

III^e Partie.

ÉTUDE PAR RÉGIONS

HAUTE-ARIÈGE. — APERÇU GÉOGNOSTIQUE SUR LE BASSIN DE LA HAUTE-ARIÈGE.	149
1^o Vallée de l'Ariège (de la frontière à Ax-les-Bains).	153
Coupe entre Ax-les-Bains et le lac de Naguille.	154
Coupe entre Ax et Mérens, le long de l'Ariège.	159
Coupe entre Mérens et le col de Puymorens.	170
2^o Vallée de l'Ariège (d'Ax à Tarascon).	176
Terrains paléozoïques du nord d'Ax.	176
Trajet des diverses zones.	177
Coupe entre Ax et le plateau de Chioula	183

COUPES TRANSVERSALES DE LA VALLÉE DE L'ARIÈGE.....	185
I. — Coupe entre Ax et Luzenac.....	185
II. — Coupe entre Axiat et Garanou.....	188
III. — Coupe au niveau d'Urs et de Lassur.....	189
IV. — Coupe au niveau de Vèbre.....	190
V. — Coupe au niveau de la Remise.....	190
VI. — Coupe entre Verdun et le Pech des Cabannes.....	191
VII. — Coupe entre Sinsat et Labail d'Aston.....	191
3^e Vallée de l'Ariège (de Tarascon à Foix).....	193
Coupe de Tarascon à Foix.....	194
Coupe entre Saint-Paul et Bompas.....	198
Coupe de la carrière de Mercus.....	201
3^e Vallée de Videssos et Andorre.....	205
Coupe de la vallée de Soulcen (Haut-Videssos).....	205
HAUT-SALAT. — GÉNÉRALITÉS SUR LA RÉGION DU HAUT-SALAT.....	213
BASSIN DU SALAT. — APÉRÇU GÉOGNOSTIQUE.....	217
Vallée de l'Arac et vallée du Salat (entre Kercabanac et Saint-Girons).....	223
Coupe entre l'étang de Lherz et la Crouzette.....	223
Coupe entre Aleu et Riverenert, par Soulan.....	227
Coupe entre Alos et Mondette, par Lacourt.....	229
Coupe de l'Arac, entre Biert et Castet-d'Aleu.....	237
Coupe détaillée entre Aleu et Soulan.....	239
Coupe entre Castet-d'Aleu et Pontaut.....	240
Vallées du Garbet et de l'Aleth.....	242
1 ^o Coupe de la gorge du Garbet.....	244
2 ^o Coupe de la gorge d'Arse.....	245
3 ^o Coupe du vallon d'Aucèse.....	247
Vallée du Salat.....	254
1 ^o Du Port de Salau au village de Salau.....	255
2 ^o De Salau à Couffens.....	258
3 ^o De Couffens au Pont de la Taule.....	259
4 ^o Du Pont de la Taule à Seix.....	261
Travaux antérieurs.....	262
Coupe le long du tunnel international projeté.....	263
BASSIN DU LEZ. — APÉRÇU GÉOGNOSTIQUE.....	269
Environs de Castillon et vallée de Bethmale.....	277
Coupe de Castillon à la vallée de Létruque, par Bethmale.....	279
Coupe curviligne entre Arrien et La Ruère, par Bordes.....	283
Coupe panoramique des environs de Castillon.....	284
Coupe entre Castet de Balacé et Aulégnac.....	286
Coupe entre Lascoux et Ourjout.....	289
Coupes parallèles à travers le pays de Bethmale.....	290
Vallée de Létruque.....	291
Explication des coupes et des panoramas géologiques concernant la vallée de Létruque.....	295
Vallée du Riberot.....	302
Coupe du massif du mont Vallier.....	304
Vallée d'Orle.....	309
Vallée du Lez au sud de Sentein.....	312
Coupe entre Sentein et la Plagne.....	313

Vallée du Lez au nord de Sentein.	329
Coupe entre le Playras et les serres au nord de Sentein.	330
Coupe prise entre Bonac et Lascoux.	334
Coupe brisée prise entre Lascoux et Balacet	335
Coupe prise sur le chemin de Sentein à Irazein.	338
Conclusions sur les coupes du nord de Sentein.	341
Vallée de l'izar.	343
HAUTE-GARONNE.	345
BASSIN DE LA GARONNE. — APERÇU GÉOGRAPHIQUE ET GÉOGNOSTIQUE.	345
Vallée d'Aran espagnole.	355
Coupe de la rive droite de la Garonne, entre Bossost et le pont de Bausen.	355
Coupe de la rive gauche de la Garonne, entre Bossost et le Pont-du-Roi.	357
Coupe entre Bossost et Villamos, par Arrès.	359
Coupe entre Bossost et Viella	361
Coupe entre Viella et la source de la Garonne.	361
Coupe du Rio Negro entre le port de Viella et Migt-Aran.	362
Coupe de l'Artigue-de-Lin.	363
Coupe entre Tredos et le port de Bonaigue.	364
Coupes parallèles de la vallée d'Aran et du Haut-Pallas.	365
Vallée d'Aran française.	369
Coupe le long de la Garonne, entre le Pont-du-Roi et le pic du Gar.	369
Coupe du vallon de Marignac prolongée jusqu'à la Garonne.	374
BASSIN DE LA PIQUE. — APERÇU GÉOGRAPHIQUE	376
APERÇU GÉOGNOSTIQUE.	377
BASSE-PIQUE OU VALLÉE DE LA PIQUE EN AVAL DE LUCHON.	381
Coupe levée le long de la Pique, entre Luchon et Gaud.	381
Coupe des montagnes de Montauban et de Saint-Mamet.	384
Coupe de la rive gauche de la Pique, entre Luchon et Lège.	385
Coupe entre Lège et Signac.	386
Coupe entre Cierp et Siradan.	389
HAUTE-PIQUE OU VALLÉE DE LA PIQUE EN AMONT DE LUCHON.	393
Coupe à travers la Haute-Pique et le massif de la Maladetta	395
Coupe du vallon de Burbe.	398
Coupe de la montagne de Superbagnères.	399
Vallées de Larboust et d'Oueil.	402
Coupe de la montagne de Cazaril.	402
Coupe de la vallée d'Oo.	408
Coupe des environs de Cathervièlle.	410
Vallée de la Barousse.	413
Coupe du vallon de Ferrère.	413
Coupe de la vallée de Sost.	413
CONSIDÉRATIONS SUR L'AGE DU MARBRE DE SAINT-BÉAT.	414

IV^e Partie.

ÉTUDE PAR TERRAINS

FORMATIONS SÉDIMENTAIRES

Terrain cristallophyllien.	419
Terrain cristallophyllien des diverses régions pyrénéennes.	419

Caractères pétrographiques	423
Ordre de succession	431
Roches éruptives du terrain primitif	432
Distribution du terrain primitif	432
Comparaison avec le terrain primitif des autres pays	433
Terrain archéen	436
Limites de l'archéen	436
Constitution pétrographique	439
Ordre de succession	446
Roches éruptives et filoniennes	447
Distribution du terrain archéen dans les Pyrénées	448
Comparaison avec les autres pays	451
Cambrien ou silurien inférieur	452
Caractères pétrographiques	452
Cambrien des diverses régions pyrénéennes	453
Caractères paléontologiques	455
Roches éruptives	455
Ordre de succession	455
Comparaison avec les autres pays	456
Silurien moyen	457
1° Zone inférieure	457
2° Zone moyenne	457
Faciès schisto-calcaire	458
Faciès calcaire	459
Cause probable de ces divers faciès	462
Âge attribué au calcaire métallifère	464
Détermination de l'âge du calcaire	465
3° Zone supérieure	467
Caractères pétrographiques du silurien moyen	469
Roches éruptives	471
Silurien supérieur	472
Répartition du silurien supérieur	472
Composition pétrographique	475
Roches éruptives	476
Relations stratigraphiques	476
Succession	477
Fossiles	477
Comparaison avec les autres pays	478
ROCHES ÉRUPTIVES ET FILONIENNES	
Roches granitiques : diverses questions relatives aux R. granitiques	479
Historique	481
Série granitique	489
Granite à orthose dominant	489
Granite fondamental	493
Série granito-granulitique	494
Granite à oligoclase dominant	494
Série granulitique	500
Granites à mica blanc	500
Âge des roches granitiques	502
Essai de classification des granites pyrénéens	506
Porphyres	507
Filons de quartz	508
Filons de divers âges	508
Roches neutres et basiques	509
Syénite. — Diabase. — Euphotide. — Diorite. — Ophites. — Lherzolite	509
Filons métallifères	510

TABLE DES FIGURES

HAUTE-ARIÈGE

Fig. 1. Diagramme indiquant les divers terrains traversés par l'Ariège. — Echelle, 1 : 600,000	151
— 2. Coupe : 1° entre Ax-les-Bains et le lac de Naguille; 2° entre Ax et Mérens. — 1 : 80,000.	154
— 3. Coupe de la bande schisto-calcaire de Mérens	160
— 4. Diagramme relatif à la disposition des terrains dans la région d'Ax. — 1 : 150,000	163
— 5. Coupe de Causson au lac de Naguille (d'après M. Garrigou). — 1 : 100,000.	166
— 6. Coupe entre Mérens et le col de Puymorens. — 1 : 100,000.	170
— 7. Structure de la haute vallée de l'Ariège. — 1 : 270,000	175
— 8. Panoramas géologiques de la Haute-Ariège : Serre de Vaychis.	178
— 9. — — — — — Montagnes de Luzenac.	178
— 10. — — — — — Rive droite de l'Ariège, entre Luzenac et les Cabannes.	178
— 11. — — — — — Montagnes des Cabannes et d'Aston.	178
— 12. Coupes transversales de la vallée de l'Ariège. — I. Entre Ax et Luzenac. — 1 : 100,000.	179
— 13. — — — — — II. Entre Axiat et Garanou. — 1 : 30,000.	179
— 14. — — — — — III. Au niveau d'Urs. — 1 : 80,000.	179
— 15. — — — — — IV. Au niveau de Vèbre. — 1 : 40,000.	179
— 16. — — — — — V. Au niveau de la Remise. — 1 : 30,000.	179
— 17. — — — — — VI. Entre Verdun et le Pech des Cabannes. — 1 : 25,000.	179
— 18. — — — — — VII. Entre Sinsat et Labail-d'Aston. — 1 : 50,000.	179
— 19. Coupe d'Ax au col de Marmare (d'après Seignette). — 1 : 60,000.	187
— 20. Coupe de la rive gauche de l'Ariège entre Tarascon et Foix. — 1 : 60,000.	194
— 21. Coupe de la rive droite de l'Ariège en aval de Tarascon. — 1 : 80,000.	194
— 22. Environs du rocher Saint-Antoine.	199
— 23. Coupe de la carrière de Mercus.	203
— 24. Coupe de la vallée de Soulcen (Haut-Vicdessos) prolongée dans l'Andorre. — 1 : 160,000.	207

HAUT-SALAT

A. — BASSIN DU SALAT.

— 25. Profil géologique des montagnes du Haut-Salat.	215
— 26. Panorama géologique des montagnes de l'Arac et du Salat.	215
— 27. Diagramme indiquant les divers terrains traversés par le Salat. — 1 : 250,000.	217

— 28. Environs de Seix	219
— 29. Coupe entre l'étang de Lherz et la Crouzette. — 1 : 120,000.	224
— 30. Coupe entre Aleu et Riverenert. — 1 : 90,000.	228
— 31. Coupe entre Alos et Mondette, par Lacourt. — 1 : 70,000.	229
— 32. Coupe de l'Arac, entre Biert et Castet-d'Aleu. — 1 : 80,000 env.	237
— 33. Coupe détaillée entre Aleu et Soulan. — 1 : 20,000.	239
— 34. Coupe entre Castet-d'Aleu et Pontaut. — 1 : 20,000.	241
— 35. Environs d'Aulus.	243
— 36. Cirque du Garbet.	243
— 37. Coupe de la gorge du Garbet. — 1 : 20,000.	244
— 38. Coupe de la gorge d'Arse. — 1 : 20,000.	345
— 39. Coupe du vallon d'Aucèse. — 1 : 65,000.	247
— 40. Coupe générale de la vallée du Salat, entre Seix et le port de Salau. — 1 : 80,000.	252
— 41. Coupe prise entre Salau et les sources du Salat.	257
— 42. Vallée du Salat en aval de Couffens.	259
— 43. Coupe transversale de la vallée du Salat.	260
— 43 bis. Environs du port de Salau.	264
— 44. Coupe théorique du tunnel international de Salau. — 1 : 90,000.	265

B. — BASSIN DU LEZ.

— 45. Escarpements de Surroque.	269
— 46. Montagnes de Moulis.	270
— 47. Panorama géologique du Castillonais.	271
— 48. Panorama géologique des montagnes du Biros.	273
— 49. Diagramme indiquant les divers terrains traversés par le Lez.	274
— 50. Vallée de Bethmale et environs de Castillon. Coupe entre Castillon et la vallée de Létrouque. — 1 : 20,000.	278
— 51. Coupe entre Arrien (Bethmale) et la Ruère. — 1 : 10,000.	283
— 52. Coupe panoramique des environs de Castillon.	284
— 53. Coupe entre Castet de Balacé et Aulégnac. — 1 : 40,000 env.	287
— 54. Coupe entre Lascoux et Ourjout. — 1 : 40,000.	289
— 55. Cinq coupes parallèles à travers le pays de Bethmale.	290
— 56. Vallée de Létrouque (partie inférieure).	295
— 57. — (partie supérieure).	296
— 58. Coupe le long du torrent de Létrouque (partie supérieure). — 1 : 20,000.	297
— 59. Coupe entre le Lez et le piton de Lasbasques. — 1 : 25,000	298
— 60. Cinq coupes parallèles à travers la vallée de Létrouque	299
— 61. Coupe de la vallée du Riberot. — 1 : 80,000.	302
— 61 bis. Granite du Riberot.	303
— 62. Massif du Vallier. Coupe entre le lac de Bethmale et le Vallier. — 1 : 50,000.	278
— 63. Coupe de la vallée d'Orle. — 1 : 80,000	309
— 64. Vallée du Lez en amont de Sentein.	312
— 65. Coupe entre Sentein et la Plagne. — 1 : 80,000.	314
— 66. Vallée du Lez entre Sentein et le Bocard.	315
— 67. Cirque de la Plagne (partie inférieure).	319
— 68. Cirque de la Plagne (partie supérieure).	319
— 69. Coupe entre le port de la Hourquette et la crête des Ourdouas. — 1 : 25,000.	320

— 70. Région minière de Chichoix.	326
— 71. Panorama géologique des environs de Sentein.	328
— 72. Coupe entre le Playras et les serres au nord de Sentein. — 1 : 40,000.	331
— 73. Coupe entre Bonnac et Lascoux.	332
— 74. Coupe brisée entre Lascoux et Balacet. — Au 1 : 25,000 environ.	335
— 75. Coupe prise sur le chemin de Sentein à Irazein. — 1 : 15,000.	338
— 76. Haute vallée de l'izar.	343

HAUTE-GARONNE

A. — BASSIN DE LA GARONNE.

— 77. Diagramme indiquant les divers terrains traversés par la Garonne. — Echelle : longueurs, 1 : 320,000 ; hauteurs libres . . .	347
— 78. Coupe de la rive droite de la Garonne entre Bossost et le pont de Bausen. — 1 : 50,000.	356
— 79. Coupe de la rive gauche de la Garonne entre Bossost et le Pont-du-Roi. — 1 : 80,000	357
— 80. Coupe entre Bossost et Villamos, par Arrès. — 1 : 100,000.	359
— 81. Val du Portillon du côté de Bossost	360
— 82. Coupe entre le long du Rio-Negro. — Au 1 : 100,000 environ.	362
— 83. Coupe de l'Artigue-de-Lin	364
— 84. Huit coupes parallèles à travers la vallée d'Aran et le Haut-Pallas	366
— 85. Coupe de la vallée de la Garonne, entre le Pont-du-Roi et la base du pic du Gar. — 1 : 60,000.	370
— 86. Vallée de la Garonne en aval de Saint-Béat.	370
— 87. Vallée de la Garonne en amont de Saint-Béat.	370
— 88. Coupe prise aux environs d'Argut	371
— 89. Revers septentrional du Pic du Gar.	373
— 90. Coupe du vallon de Marignac. — Echelle libre	374

B — BASSIN DE LA PIQUE.

— 91. Diagramme indiquant les terrains traversés par la Pique. — Au 1 : 320,000 environ.	377
— 92. Coupe le long de la Pique, entre Luchon et Gaud. — Au 1 : 100,000 environ.	382
— 93. Coupe de la montagne de Montauban. — 1 : 25,000.	384
— 94. Coupe de la rive gauche de la Pique, entre Luchon et Lège. — 1 : 80,000.	386
— 95. Rive gauche de la Pique, entre Lège et Signac. — Au 1 : 40,000 environ.	387
— 96. Rive gauche de la Pique, entre Guran et Cierp.	387
— 97. Coupe de la montagne de Cierp. — Echelle libre.	389
— 98. Coupe entre Cierp et Siradan. — Au 1 : 60,000 environ.	391
— 99. Coupe théorique entre Lès et Sarrancolin.	392
— 100. Panorama géologique des montagnes de Bagnères-de-Luchon.	394
— 101. Coupe entre Luchon et la Maladetta. — 1 : 150,000.	394
— 102. Coupe du val de Burbe. — 1 : 150,000	398
— 103. Coupe de la montagne de Superbagnères. — 1 : 40,000.	400
— 104. Coupe de la montagne de Cazaril.	403

— 105. Coupe de la vallée d'Oo. — 1 : 100,000	408
— 106. Coupe des environs de Cathervielle.	410
— 107. Montagnes de Cathervielle. — 1 : 160,000.	411
— 108. Coupes parallèles à travers le pays de Larboust et d'Oueil.	412
— 109. Coupe le long de la vallée de Ferrère (Barousse). — 1 : 80,000.	413
— 110. Relations du marbre de Saint-Béat. — 1 : 80,000.	416

— 111. Relations de la pegmatite et de l'amphibole à Mercus.	431
— 112. Coupe prise sur la route de Prades.	449
— 113. Sommet du pic du Midi de Bigorre.	471
— 114. Pénétration de la pegmatite dans les granites et les schistes anciens des Albères (Pyrénées-Orientales).	488
Inclusions granitiques.	491, 492

ANALYSE CRITIQUE

DES TRAVAUX RELATIFS A LA GÉOLOGIE DES PYRÉNÉES CENTRALES

Et plus particulièrement aux terrains Cristallins et Paléozoïques

*Nota. — Les chiffres entre parenthèses indiquent le nombre de publications,
les autres la pagination.*

	Pages		Pages
Barrois. — (5).	91	Lapeyrouse (de). — (2).	7
Beaumont (Elie de). — (Voir Dufrénoy).		Lapparent (de). — (3).	85, 97
Bleicher. — (1).	67	Lartet (Louis). — (2).	103, 119
Boubée. — (1).	32	Leymerie. — (17).. 38, 43, 60, 66, 74,	81, 93
Bourjot. — (1).	41		
Capellini. — (1).	52	Magnan. — (2).	61, 82
Caralp. — (6).	106	Mallada. — (1).	86
Charpentier (de). — (1).	8	Margerie (de). — (1).	117
Coquand. — (2).	12, 65	Martin. — (Voir Garrigou).	
Depéret. — (2).	105, 118	Menteath (Stuart). — (4). 96, 115, 121	
— et Rérolle. — (1).	105	Mercey (de). — (1).	50
Dietricht. — (1).	7	Michel-Lévy. — (1).	85
Dieulafait. — (1).	98	Mussy. — (5).	42, 62
Dufrénoy. — (8).	10, 32		
— et Elie de Beaumont. — (1)	20	Noguès. — (1).	48
Durocher. — (1).	20		
François. — (2).	15	Palassou. — (4).	1
Frech. — (1).	119	Pinteville (de). — (2).	32
Frossard (Emilien). — (1).	88	Pouech. — (1).	98
Fuchs. — (1).	75		
Garrigou. — (9).	48, 52, 76, 81	Ramond. — (2).	7
— et Martin. — (1).	58	Rérolle — (Voir Depéret).	
Gosselet. — (1).	101	Roussel. — (1).	104
Gourdon et de Grammont. — (1).	101	Rouville (de). — (1).	120
Grammont. — (Voir Gourdon).			
Grasset. — (Voir Tromelin).		Schrader. — (2).	88, 114
		Seignette. — (1).	89
Jacquot. — (3).	50, 113, 116	Thos y Codina. — (1).	101
Jeanbernard. — (1).	75	Tromelin (de). — (1).	84
Keyserling (de). — (Voir de Verneuil).		Verneuil (de). — (2).	38
Kühn. — (1).	96	— et Keyserling. — (1). 43	
Lacvivier (de). — (2).	102, 114	Viguiier. — (4).	100, 116, 122
		Virlet d'Aoust. — (1).	48
		Zeiller (1).	118
		Zirkel. — (1).	69

Cette analyse critique comprend à peu près tous les travaux publiés dans les cent dernières années sur la géologie des Pyrénées. Toutefois, nous avons laissé de côté, sauf quelques-uns, ceux qui sont relatifs au crétacé et au tertiaire, ces terrains étant surtout cantonnés sur les flancs et dans les contreforts des Pyrénées et ne se montrant dans la haute chaîne que d'une façon exceptionnelle; il nous restera, pour notre analyse, les publications d'ailleurs fort nombreuses relatives au jurassique, au trias, aux terrains paléozoïques et primitifs, et aux roches éruptives de tout ordre.

D'autre part, des Pyrénées-Occidentales (bassin de l'Adour) et des Pyrénées-Orientales (bassin de l'Aude, du Tet et du Tech), nous n'avons analysé que les travaux les plus importants; nous nous sommes surtout attaché à ceux intéressant les Pyrénées centrales, c'est-à-dire la vaste région comprenant, du côté français, le bassin de la Garonne et de ses affluents pyrénéens, l'Ariège, le Salat, les Nestes, et sur le versant espagnol les parties de la Catalogne et de l'Aragon qui confinent à la France. Notre travail analytique pourrait donc prendre pour titre : *Bibliographie relative à la haute chaîne des Pyrénées centrales.*

NOTA. — Pour faciliter les recherches relatives à telle ou telle région pyrénéenne, j'ai groupé par ordre alphabétique les divers auteurs qui ont écrit sur cette région, ceux, du moins, dont les publications sont analysées dans ma *Bibliographie*. En s'aïdant de la table qui précède, il sera facile de voir quelles sont ces publications.

Pyrénées-Orientales : MM. Charpentier, Caralp, Dieulafait, Depérot, Dufrénoy, Garrigou, Leymerie, Noguès, Rérolle.

Aude : M. Viguiér.

Ariège : MM. Bleicher, Dietricht, Dieulafait, Dufrénoy, Durocher, Caralp, Charpentier, Coquand, François, Garrigou, Gosselet, Hébert, Jacquot, Jeanbernard, De Lacvivier, Lapeyrouse, Lartet, Leymerie, Magnan, Martin, Mussy, Pouech, Roussel, Seignette, Zirkel.

Haute-Garonne : MM. Barrois, Boubée, Capellini, Caralp, Charpentier, Dufrénoy, Durocher, François, Garrigou, Gourdon, De Gramont, Grasset, Hébert, Jacquot, De Lapparent, Lartet, Leymerie, Martin, Palassou, De Tromelin, De Verneuil, Zirkel.

Hautes-Pyrénées : MM. Dufrénoy, Durocher, Charpentier, Frossard, Fuchs, Lartet, Magnan, De Margerie, Palassou, De Pinteville, Schrader, De Verneuil, Virlet d'Aoust, Zirkel.

Basses-Pyrénées : MM. Bourjot, Charpentier, Coquand, Dieulafait, Dufrénoy, Hébert, Jacquot, Leymerie, Menteath, De Mercey, Palassou.

Pyrénées Espagnoles : MM. Charpentier, Caralp, Dufrénoy, Leymerie, Malada, Keyserling, Thos y Codina, De Verneuil, Zirkel.

PREMIÈRE PARTIE

ANALYSE CRITIQUE

DES TRAVAUX RELATIFS A LA GÉOLOGIE DES PYRÉNÉES

ET PLUS PARTICULIÈREMENT

DES TERRAINS CRISTALLINS ET PALEOZOÏQUES

DES PYRÉNÉES CENTRALES

ANALYSE CRITIQUE DES TRAVAUX ANTÉRIEURS

Palassou.

1784. — Essai sur la minéralogie des monts Pyrénées (Paris, 1784).
1815. — Mémoires pour servir à l'histoire naturelle des Pyrénées et des pays adjacents (Paris, 1815).
1819. — Suite des mémoires, id. id. (Pau, 1819).
1823. — Nouveaux mémoires, id. id. (Pau, 1823).

Le travail le plus ancien relatif à notre chaîne méridionale est l'*Essai*, de l'abbé Palassou, sur la minéralogie des monts Pyrénées : il remonte à plus d'un siècle.

Cet ouvrage, remarquable pour une époque où la géologie était encore dans l'enfance, renferme des coupes et des dessins représentant des accidents stratigraphiques ; en outre, mais à l'état rudimentaire, des cartes géologiques régionales, dans lesquelles les particularités importantes sont figurées, comme dans Guettard, par des signes conventionnels.

L'auteur s'attache à montrer qu'à travers les bouleversements dont ces montagnes ont été le théâtre, on peut retrouver « l'uniformité constante de leur structure, » qui se dévoile par le parallélisme des couches et la similitude de leur succession. Pour mettre ce fait en évidence, Palassou explore tour à tour, de l'Océan à la Méditerranée, les principales vallées pyrénéennes, relève avec soin la nature des roches qu'il rencontre, en mesurant leur direction et leur pendage, et ne s'arrête que lorsqu'il trouve le granite (1). Il constate ainsi que « la chaîne est composée de bandes calcaires et de bandes argileuses

(1) Palassou considère le granite comme se trouvant constamment à la base de toutes les formations géologiques ; aussi, lorsqu'en remontant une vallée pyrénéenne il rencontre cette roche, croit-il inutile d'aller plus loin. Cette manière de procéder, rationnelle s'il s'agit du granite lié au gneiss ou granite fondamental, ne saurait s'appliquer aux granites éruptifs, tels que ceux du massif de la Maladetta, de Caunterets, de Néouvielle et tant d'autres qu'on doit envisager, non plus comme le *substratum* de tous les terrains, mais bien comme des pointements accidentels, anormaux, venant interrompre la série régulière. En poussant ses investigations plus amont dans les vallées et, au besoin, en franchissant la crête frontière, Palassou aurait presque toujours rencontré, par delà ces masses de granite, de nouveaux sédiments, ce qui l'eût amené souvent à reporter plus haut dans la montagne la base de toutes les formations.

» qui se succèdent alternativement, et de bandes de granite, chaque
 » bande étant un assemblage de lits généralement dirigés Ouest-
 » Nord-Ouest, Est-Sud-Est (1). »

A propos de chaque assise, Palassou ne manque jamais, comme il a été dit, de donner sa nature lithologique, sa direction et le sens de son pendage ; quant à l'épaisseur, il renonce à la mesurer, car « il » est, dit-il, pour ainsi dire impossible de connaître exactement les » limites des pierres calcaires, vu leur mélange. » En ce qui concerne les formations les plus anciennes, les alternances sont tellement multipliées, les passages lithologiques tellement insensibles, au moins dans la plupart des cas, que je partage l'avis de cet observateur.

On doit à Palassou d'avoir reconnu le premier que les terrains des Pyrénées affectent, dans leur ensemble, un parallélisme marqué, et qu'ils se poursuivent d'une vallée à l'autre ; toutefois, on ne saurait admettre, avec lui, que le relèvement des assises, si fréquent dans les pays montagneux, soit une conséquence de leur dépôt, non plus que les reliefs du sol soient le seul fait des érosions.

La lithologie de cet explorateur est peu variée et se réduit à trois ou quatre roches (calcaire, schiste argileux, granite...), qui reviennent sans cesse dans l'ouvrage. D'autre part, les questions d'âge ne semblent guère avoir attiré son attention.

Les travaux ultérieurs de Palassou (*Mémoires pour servir à l'histoire naturelle des Pyrénées*, publiés de 1815 à 1823), bien moins importants d'ailleurs, sont loin de constituer un progrès sur l'ouvrage précédent ; ils portent sur les sujets les plus variés et, sauf un Mémoire concernant l'ophite, ne renferment rien de bien saillant qui

(1) Les résultats auxquels est arrivé Palassou quant à la direction des assises et leur ordre de succession, souffrent, dans la pratique, des exceptions nombreuses : en effet, bien que la direction Ouest-Nord-Ouest soit la plus fréquente, l'examen du terrain montre, comme l'a fait ressortir Durocher, qu'il existe plusieurs autres directions ; Palassou semble les avoir négligées à dessein. D'autre part, la succession n'est pas aussi simple : en remontant une vallée depuis son débouché dans la plaine jusqu'au bassin de réception qui la termine, on ne tarde pas à s'apercevoir qu'on ne descend pas constamment dans la série chronologique des terrains, mais qu'en réalité les assises présentent de nombreuses récurrences dues aux contournements et aux failles qui accidentent la chaîne. Il faut donc considérer chaque versant des Pyrénées comme formé, non par une série régulière de bandes d'ancienneté progressive, comme le voudrait la théorie, mais par des lambeaux longitudinaux séparés par des failles, lambeaux ayant sensiblement la même structure et la même composition quand on les suit d'une vallée à l'autre, mais différant beaucoup entre eux, ainsi qu'on peut s'en assurer en recoupant la chaîne dans le sens transversal.

puisse intéresser la géologie pyrénéenne. Toutefois, malgré les imperfections que nous avons signalées plus haut, l'œuvre de Palassou est relativement considérable : le premier, il a appliqué à l'étude de la chaîne franco espagnole des méthodes géologiques ; aussi, est-ce à juste titre qu'on l'a surnommé le « Nestor des géologues pyrénéens. »

Autour de Palassou, qui comptera toujours parmi les illustrations méridionales, viennent graviter quelques naturalistes plus ou moins célèbres : parmi eux, Dietrich, Picot de Lapeyrouse, Ramond.

Dietrich.

1786. — Description des gîtes de minerais, des forges et des salines de l'Ariège.

Le baron Dietrich a étudié d'une manière spéciale les mines et ressources minérales des Pyrénées ; mais son travail intéresse plutôt le mineur que le géologue : beaucoup de détails relatifs à la nature des minerais et leur exploitation, mais peu de données géognostiques.

Lapeyrouse.

1786. — Traité sur les mines de fer et les forges du comté de Foix (Mém. de l'Acad. des sc. de Toulouse, 1786, III).

1788. — Excursion dans une partie du comté de Foix (Mém. de l'Ac. des sc. de Toulouse, 1788, III).

Picot de Lapeyrouse, ancien professeur à la Faculté des sciences de Toulouse, a beaucoup parcouru les Pyrénées centrales comme botaniste et comme géologue ; aussi a-t-il pu fournir de nombreux matériaux aux étrangers qu'il a guidés dans ces montagnes : Charpentier, notamment, lui a fait beaucoup d'emprunts. Comme Dietrich, il s'est occupé du côté minier, mais sans négliger le côté géologique : il a établi quelques distinctions parmi les calcaires et a cherché à classer les terrains d'après les débris organisés qu'ils renferment.

Ramond.

1789. — Observations faites dans les Pyrénées (Paris, Journal des Mines).

1801. — Voyage au mont Perdu et dans les parties adjacentes des Hautes-Pyrénées.

Le nom de Ramond est plus illustre ; ses excursions au mont Perdu et dans les montagnes de Gavarnie resteront toujours célèbres : il a signalé dans ces hautes régions l'existence de fossiles marins et

d'empreintes végétales ressemblant à des roseaux ; disons en passant que le niveau sur lequel elles se trouvent est le même que celui du Plan des Etangs, à la base de la Maladetta, dans lequel on reconnaîtra bien plus tard les Calamites du terrain houiller. Le principal mérite de Ramond est d'avoir décrit avec talent la physionomie et la structure de la chaîne, et à côté de l'explorateur hardi, de l'observateur judicieux, il y a l'écrivain passionné cherchant à inspirer à ses semblables l'enthousiasme que suscitent en lui les grands spectacles de la nature.

Charpentier.

1823. — Essai sur la constitution géognostique des Pyrénées (Paris, 1823).

En 1823, un ouvrage fait époque dans la science : c'est l'*Essai sur la constitution géognostique des Pyrénées*, dû à un ingénieur saxon, J. de Charpentier. Avec lui, les caractères lithologiques acquièrent une précision qui faisait défaut dans la région pyrénéenne ; il dédaigne, il est vrai, un peu trop les renseignements fournis par les fossiles et s'occupe plutôt de suivre les horizons pétrographiques que d'étudier les rapports des assises les unes avec les autres.

Son travail est du plus grand intérêt et indique un progrès considérable sur les travaux antérieurs ; il renferme une foule de renseignements minéralogiques et pétrographiques qui le feront toujours consulter avec fruit ; au point de vue purement géognostique, l'ouvrage de Charpentier, bien qu'en retard sur la science actuelle sur une foule de points, est peut-être encore aujourd'hui le travail le plus complet que nous possédions sur l'ensemble des Pyrénées.

Au point de vue géologique, sa valeur est bien moindre, ce qui s'explique aisément par le peu de développement qu'avait pris la science à l'époque où écrivait Charpentier. Néanmoins, l'illustre mineur a eu le mérite de suivre tout le long de chaîne certains horizons, notamment celui du grès rouge, et d'indiquer ainsi, avec plus de précision que Palassou, les grandes lignes de la structure des Pyrénées.

L'ouvrage de Palassou, s'il est riche en coupes prises dans les diverses vallées, laisse beaucoup à désirer comme essai de systématisation ; il ne renferme qu'une succession aride et monotone de roches, dont il ne fixe ni le niveau, ni l'âge. Celui de Charpentier comble en partie cette lacune en indiquant, pour les terrains des Pyrénées, un groupement et un ordre de succession qui est conservé encore aujourd'hui, du moins dans ses traits généraux ; on y trouve huit divisions qui sont, en procédant par les plus anciennes :

1° Terrain granitique ; 2° T. de schiste micacé ; 3° T. du calcaire primitif ; 4° T. de transition ; 5° T. du grès rouge ; 6° T. du calcaire

alpin et du jurassique ; 7° T. amphibolique secondaire ; 8° T. tertiaire et d'atterrissement (1).

Comme on le voit, quatre de ces divisions sont consacrées aux formations anciennes et primordiales.

Les caractères lithologiques de chaque terrain sont donnés avec soin ; mais comme les mêmes roches peuvent se trouver à des niveaux bien différents, il en résulte des confusions nombreuses : des ardoises à ammonites, comme celles d'Arrout, sont mises à la base des terrains de transition ; beaucoup de calcaires jurassiques sont considérés comme primitifs et inversement ; le calcaire des environs d'Engomer, bien que renfermant des bélemnites, est pris pour du calcaire de transition.

Les idées de Werner, dont il avait été le disciple, se reflètent dans le travail de Charpentier ; à son exemple, il regarde comme roches de dépôt aqueux toutes les roches granitiques ; les ophites partagent le même sort ; il admet, en outre, que ces dernières roches sont modernes, et qu'elles recouvrent, en stratification *non parallèle* et interrompue, les autres masses minérales ; aussi les figure-t-il souvent comme transgressives, par rapport aux terrains secondaires.

Charpentier n'a donné de la chaîne des Pyrénées que cinq coupes transversales, encore les rapports des assises ne sont-ils pas toujours exacts.

La carte coloriée qui accompagne l'ouvrage indique, d'une façon assez précise, la disposition des grandes masses minérales ; le terrain granitique, surtout, est relativement bien représenté.

(1) Son terrain granitique correspond à ce que l'on convient d'appeler aujourd'hui terrain cristallophyllien ou primitif. Mais il n'a pas su distinguer ce qui est sédimentaire de ce qui est éruptif ; aussi voit-on côte à côte les granites massifs, isolés au sein des formations sédimentaires, et les granites stratifiés ou gneiss, d'âge bien différent.

Le terrain de schistes micacés comprend, le plus souvent, les schistes argileux métamorphiques ; il correspond alors à ce que nous désignerons sous le nom de terrain archéen.

Le terrain du calcaire primitif n'est autre que la partie supérieure du terrain cristallophyllien ; Charpentier y a rangé à tort beaucoup de calcaires jurassiques, notamment celui qui prend, entre Seix et Viédessos, un si beau développement.

Le terrain de transition présente aussi nombre d'erreurs : des schistes à ammonites, des calcaires à bélemnites sont placés sur cet horizon, les premiers à cause de leur couleur noire, les seconds en raison de leur cristallinité. Généralement l'étendue de ce terrain a été considérablement exagérée.

Le grès rouge a été presque toujours bien suivi par Charpentier, qui, le premier, a mis en relief cet horizon remarquable.

Par terrain amphibolique secondaire, l'auteur désigne les ophites, roches qu'il regarde comme sédimentaires.

Dufrénoy.

1828. — Sur la couseranite (Annales des mines, 1828).
 1830. — Mémoires pour servir à une description géologique de la France (tome I).
 1831. — Note sur la position géologique des mines de fer de la partie orientale des Pyrénées (B. S. G., 1^{re} série, t. II, p. 69).
 1832. — De la relation des ophites, des gypses et sources salées dans les Pyrénées (Ann. des sc. naturelles, t. XXVII, p. 170) (B. S. G., 1^{re} série, tome II).
 1833. — Gisement de la mine de Rancié et terrain dans lequel elle est enclavée (B. S. G., 1^{re} série, t. III).
 1834. — Mémoires pour servir à une description géologique de la France (tome II).
 1838. — Sur le lias et la craie des Pyrénées (B. S. G., 1^{re} série, t. IX).

Dans ses coupes transversales, Palassou s'était contenté de distinguer une succession de roches sans se préoccuper de leur âge; après lui, Charpentier avait essayé d'établir de grandes coupures, en s'aidant presque exclusivement des caractères pétrographiques; Dufrénoy, faisant des fossiles jusque-là délaissés un emploi judicieux, allait classer les terrains d'une façon rationnelle.

Ses travaux, dans la première période qui nous occupe (de 1828 à 1838), sont nombreux et portent sur des sujets variés; il ne sera question ici que de ceux qui rentrent directement dans notre cadre.

Dans un premier travail, il étudie le gisement de la couseranite.

Dans ses Mémoires se trouvent consignées des observations aussi importantes que nombreuses: il montre les relations des gypses et des ophites et attribue ces deux roches à la même époque. Pour lui, les ophites sont des porphyres amphiboliques ayant relevé la craie, et même une partie des terrains tertiaires, et ayant produit le soulèvement des Pyrénées; quant à la lherzolite, c'est une ophite un peu plus ancienne devant ses caractères au mode de refroidissement. Il étudie aussi la nature et la position des marbres amygdalins des Pyrénées, et à ce propos donne une coupe intéressant les environs de Lacour. (Nous aurons l'occasion d'y revenir en décrivant le Haut-Salat.)

Relativement aux dépôts les plus anciens, nous y voyons notamment que les schistes et calcaires d'Aulus sont assimilés à ceux de Livia (Cerdagne), « renfermant des orthocères, encrines, nautilus et autres fossiles des terrains de transition. »

Dufrénoy étudie en particulier le terrain de transition d'Auzat (vallée de Vicdessos), et le dit formé de :

1^o Schistes argileux tendres, graphiteux. (Ce sont nos schistes carburés siluriens);

2° Schistes argileux plus durs, gris sombre ou brun foncé, se débitant en plaques pseudo-régulières et passant au schiste coticulaire. (Nous y verrons du Cambrien et de l'Archéen) ;

3° Quartz grenu, schistoïde, avec feuillets de schistes argileux, contournés, souvent maclifères. (C'est là probablement l'équivalent de nos quartzites rubanés et des schistes pétrosiliceux, les premiers relevant du Cambrien, les autres de l'Archéen.)

D'après Dufrénoy, ces trois roches alternent sans ordre apparent (1).

Le calcaire du lac de Lherz, primitif pour Charpentier, est reconnu liasique ; le calcaire de Rancié est mis sur le même horizon (2).

Dufrénoy attribue à l'influence du granite la cristallinité de ces calcaires, aussi le développement de la couzeranite, de la trémolite, du grenat, etc. Le calcaire saccharoïde, qu'il compare aux dolomies du Saint-Gothard, « est, dit-il, accidentel et a été formé seulement aux points où le granite a percé le calcaire (3). »

En 1831 l'illustre géologue donne des détails complémentaires sur le calcaire cristallin et le gîte ferrifère de Rancié.

En 1832 il étudie les relations des ophites, des gypsés et des sources salées, et rattache le tout à un même phénomène ; la lherzolite est considérée comme postérieure aux calcaires liasiques qui l'entourent.

Plus tard il revient encore sur la mine de Rancié et arrive à cette conclusion que les mines d'hématite peuvent se trouver dans des terrains très différents, mais que cependant une condition est indispensable pour leur existence : la proximité des roches granitoïdes (4).

(1) Mes recherches dans les diverses vallées des Pyrénées centrales m'ont donné la conviction que, pour n'être pas toujours apparent, l'ordre n'en existe pas moins, comme j'aurai l'occasion de le démontrer au cours de ce travail. En ce qui concerne les assises de la haute vallée de Vicdessos, la succession est la suivante du bas vers le haut : 1° schistes argileux durs ; 2° quartz grenu schistoïde (quartzites et schistes rubanés) ; 3° schistes graphiteux.

(2) Nous faisons toutefois des réserves pour cette dernière localité ; le toit de la mine est liasique, mais elle gît dans des calcaires métallifères de l'époque silurienne.

(3) Cette observation de Dufrénoy nous paraît fort juste ; nous la trouvons consacrée par des travaux postérieurs, notamment de François, de Coquand, de Durocher. Nous l'étendrons au calcaire silurien des Pyrénées, qui est souvent percé de pointements granitiques ; toutefois, la cristallinité et le développement des minéraux nous semble moins le fait du granite que des phénomènes mécaniques et chimiques qui lui ont servi de cortège ; des modifications identiques se retrouvent, en effet, dans les régions tourmentées, alors même que le granite ne se montre pas.

(4) Mon avis est aussi qu'il y a connexion étroite entre les mines de fer héma-

En 1841 Dufrénoy publiait, avec Elie de Beaumont, la Carte géologique de la France, véritable monument qui coordonnait les matériaux, jusque-là épars, relatifs à la géologie de notre territoire. L'explication de la Carte géologique ne devait paraître que dix ans après. Comme, dans l'intervalle, plusieurs travaux importants ont été publiés, il nous a paru logique, avant de parler des derniers travaux de Dufrénoy, d'indiquer quelle est la part de ses contemporains dans les progrès de la science.

Coquand.

1838. — Note sur la constitution géognostique des Pyrénées (B. S. G., 4^{re} série, IX, p. 224).

Dans une note sur les Pyrénées, Coquand expose rapidement les résultats d'une exploration qu'il a faite dans cette chaîne.

Pour lui le gneiss, la pegmatite, le granite ne constituent pas des formations indépendantes, les deux premières roches étant des dérivations du granite. Dans les points granitiques *recouverts* par les sédiments, le granite passe à la pegmatite en perdant son mica, qui va se porter sur les dépôts en contact, changeant les calcaires en calcaires micacés, transformant les schistes argileux en gneiss et en mica-schistes; dans les points granitiques *non recouverts*, le granite passe au gneiss par l'accumulation du mica qui rend la roche stratiforme. Ainsi, pour Coquand, il n'existait, à l'origine, au-dessous des terrains sédimentaires, qu'une seule roche, le granite. Le gneiss serait, d'après lui, un granite surchargé de mica; la pegmatite, un granite depouillé de son mica (1).

tite et les masses granitiques, surtout éruptives; mais il n'y aurait pas, à proprement parler, entre elles, relation de cause à effet; les apports métallifères me semblent liés, non pas au granit lui-même, mais aux dislocations qui ont accompagné, suivi ou même précédé la venue de cette roche éruptive.

(1) Quoique, en général, la distribution du gneiss et de la pegmatite semble justifier cette théorie, elle nous paraît néanmoins, dans la plupart des cas, incompatible avec l'observation des faits; sans doute, on comprend que, dans les profondeurs, le granite puisse passer au gneiss par accumulation du mica; la roche devient alors stratiforme; alors, granite et gneiss se fondent l'un à l'autre sans pouvoir être séparés (granite-gneiss). Mais comment expliquer les filons de pegmatite qu'on trouve loin des terrains sédimentaires, dans l'intérieur du gneiss, ceux surtout traversant le granite? D'ailleurs, sous quelle influence se serait opéré le départ du mica dans un sens ou dans l'autre, et que peut y faire l'éloignement ou la proximité des roches sédimentaires? D'autre part, d'où viendraient le mica blanc, la tourmaline et autres minéraux si fréquents dans les pegmatites, puisque le vrai granite n'en renferme pas? Ce sont là autant d'objections devant lesquelles

Même tendance, dit-il, dans les syénites et les protogines à se débarrasser de leur amphibole ou de leur talc. De même que le granite donne des gneiss et des micaschistes (vallée de Luchon), la syénite donne des schistes amphiboleux (Fronsac) ou des hémithrènes (Pouzac, Eup, Arignac), la protogine des gypses talcifères (Bèdeillac), tout cela aux dépens des schistes argileux ou des calcaires en contact qui ne reprennent leurs caractères normaux que loin de la roche éruptive. Ces observations, fort justes pour la plupart, montrent l'action des roches internes sur les sédiments qu'elles traversent; elles fournissent des matériaux pour l'étude du métamorphisme de contact.

Coquand distingue avec raison deux sortes de gneiss :

1° *Gneiss modifié*, appartenant au terrain des schistes argileux et pouvant contenir des cailloux roulés de quartz (vallée du Lys) (1);

2° *Gneiss granitique* ou *granite-gneiss*, non plus stratifié, mais stratiforme, renfermant du quartz en plus ou moins grande abondance, et se fondant au granite proprement dit sans pouvoir en être séparé.

C'est là une distinction importante rendant compte, en partie, des récurrences qui sont venues troubler la succession régulière des dépôts.

Relativement à l'âge, il admet des granites postérieurs au jurassique et même au crétacé. Ceux-ci seraient plus magnésiens que les autres, et c'est à leur contact que viendraient émerger les sources magnésiennes (2).

la théorie de Coquand, toute ingénieuse qu'elle est, semble impuissante. Nous n'insisterons pas davantage sur ce point : les observations faites sur toutes les parties du globe concordent pour nous montrer que la pegmatite n'est pas une modification latérale du granite, mais bien une formation entièrement indépendante, venue au jour bien après la plupart des granites. Toutefois, il est exact qu'au voisinage du granite et de la pegmatite, les schistes argileux se chargent de mica et passent à des micaschistes et à des gneiss.

(1) Beaucoup de roches gneissiques d'Aix et de Luchon, de Lès (vallée d'Aran), rentrent dans la catégorie des *gneiss métamorphiques* signalés par l'éminent géologue; faisons observer, qu'en outre des gneiss liés au granite (gneiss granitoïde), il en est d'autres qui en sont tout à fait indépendants (gneiss rubanés, gneiss feuilletés), quoique faisant partie comme eux du terrain primitif.

(2) Il est vrai que les sources magnésiennes sont parfois au contact ou au voisinage du granite; mais, plus souvent encore, elles sont liées aux ophites, roches essentiellement magnésiennes. D'ailleurs, ce granite n'est habituellement qu'un granite ancien, venu par faille, à l'état consolidé, et dont la richesse en magnésie, quand elle existe, peut facilement s'expliquer par l'action longtemps continuée de l'eau minérale. Ajoutons que ces prétendus granites secondaires qui viennent surgir au sein du jurassique ou du crétacé, sont souvent intimement liés à des gneiss, ce qui met hors de doute l'antiquité de leur origine.

Il considère, à tort, la lherzolite comme se rattachant aux syénites et les ayant suivies de très près; il la sépare, au contraire, de l'ophite. Celle-ci serait de venue postérieure et ne se trouverait que dans des calcaires non modifiés par les éruptions granitiques ou syénitiques antérieures, tandis que le lherz'ite serait toujours dans les calcaires déjà modifiés (1).

S'occupant ensuite de ces calcaires modifiés, Coquand les considère comme du jurassique métamorphosé par du granite. Il a vu à Couledoux des calcaires terreux passer graduellement à des calcaires cristallins réputés primitifs qui lui ont donné des fossiles jurassiques et notamment un polypier radié. Pour lui d'ailleurs les marbres blancs de cette région ne seraient autres que des calcaires jurassiques modifiés, qui auraient acquis leur blancheur et leur éclat par la volatilisation des particules bitumineuses qu'ils contenaient primitivement. Ces particules, de leur côté, se seraient réfugiées dans certaines parties en formant des couches noires, bitumineuses, fétides, subordonnées dans les bancs calcaires, déterminant parfois dans ces dernières roches la production de paillettes de graphite (2).

Coquand considère aussi comme jurassiques les schistes argileux

(1) La lherzolite n'a, avec la syénite, des rapports d'aucune sorte, ni de composition, ni d'âge, ni de gisement; au contraire, elle est très apparentée, malgré la différence de composition, avec l'ophite; elle l'accompagne quelquefois (Portet-d'Aspet, Arguenos); elle s'y rattache par des variétés intermédiaires; tel est le cas des ophites serpentines des environs de Castillon. D'autre part, les indications de gisement données par Coquand à propos de l'ophite et de la lherzolite ne sont vraies qu'en partie; les conditions dans lesquelles se trouve l'ophite sont assez variables; quant à la lherzolite, tous les pointements que j'ai visités dans les Pyrénées centrales (Vieussos, étang de Lherz, Portet-d'Aspet, Couledoux, col de Menté, Arguenos) sont situés dans des calcaires modifiés relevant du terrain jurassique, comme Coquand l'avait parfaitement reconnu.

(2) Cette théorie nous paraît devoir s'appliquer non seulement aux calcaires jurassiques, et particulièrement au marbre de Saint-Béat, mais aussi aux calcaires siluriens des hauts massifs qui, par leur blancheur et leur cristallinité, diffèrent considérablement des calcaires, plus ternes, bruns ou noirâtres, qui constituent d'ordinaire le silurien des régions déprimées ou distantes du granite. Toutefois, pour que la volatilisation de ces particules charbonneuses ait pu se produire, nous ne croyons pas qu'il soit utile de faire intervenir, avec Coquand, « la chaleur brûlante du granite. » Une chaleur modérée, aidée d'actions physico-chimiques dont la nature nous échappe, a peut-être suffi pour opérer cette transformation. Et cette chaleur elle-même, pourquoi n'en chercherions nous pas l'origine dans le travail développé par les flexions des voussoirs de l'écorce terrestre et la venue au jour, par voie de failles, de roches cristallines déjà consolidées ou de masses sédimentaires perdues dans les profondeurs ?

souvent ardoisiers de la Bellongue et le calcaire à dipyres d'Engomer, attribués au terrain de transition. D'après ce géologue, le développement de minéraux divers dans le calcaire cristallin (dipyre, couseranite, amphibole, grenat, pyrite, etc.), serait toujours dû, aussi bien que la cristallinité de ces roches, à l'action du granite et des syénites. Plus tard on y verra surtout l'action de l'ophite. Coquand cite à l'appui le calcaire à couseranites d'Engomer, reposant directement sur le granite (4).

Le grès rouge pyrénéen est considéré comme le représentant du vieux grès rouge d'Ecosse, et rangé comme tel à la partie supérieure du Dévonien, opinion qui sera reprise par Magnan, Garrigou et en général tous les géologues qui veulent que le calcaire de Saint-Béat soit un membre du terrain carbonifère.

Entre autres particularités minéralogiques, Coquand signale, dans les pegmatites du Val de Burbe, l'émeraude en cristaux jaunes, et désigne sous le nom de *Pyroxénite*, une roche composée de feldspath jaunâtre et de pyroxène lamelleux, qu'il a découverte dans un massif lherzolitique entre Couledoux et Saint-Béat.

François.

1841. — Aperçu sur l'étude géologique de l'Ariège (Annales agricoles de l'Ariège, à Foix, 1841).

1843. — Recherches sur le gisement et le traitement des minerais de fer dans les Pyrénées et particulièrement dans l'Ariège (Paris 1843).

L'Etude géologique de l'Ariège, de Jules François, est, avant tout, une monographie régionale ; toutefois, l'auteur y aborde des questions qui intéressent l'ensemble de la chaîne.

Dans un coup-d'œil préliminaire, le célèbre ingénieur, dont le nom restera attaché au captage des eaux minérales des Pyrénées, établit les rapports respectifs des terrains sédimentaires et des roches massives ; il montre que la régularité primitive des assises déjà reconnue par Palassou, a été troublée par l'action des roches éruptives.

S'occupant d'abord de ces roches éruptives, il émet des idées assez justes à propos de leur origine et des phénomènes métamorphiques qu'elles ont exercé sur les roches sédimentaires ; l'origine interne du granite est prouvée, d'après lui, par les lambeaux sédimentaires

(4) En réalité, le phénomène est peut-être moins complexe : il y a la part du granite, la part de l'ophite ; d'un autre côté, je serais porté à croire que beaucoup de particularités formant ce qu'on est convenu d'appeler « le cortège de l'ophite, » sont moins le fait de cette roche éruptive que des dislocations qui ont précédé ou suivi sa venue au jour.

qu'il a soulevés, par la surincombance (1) qu'il affecte fréquemment (Bassiès, montagnes de Gudanes, pic Quairat), par les apophyses qu'il a émises entre les strates soulevés où elles paraissent affecter tous les caractères de concordance de stratification (2), et enfin, par l'absence de caractères permanents de stratification.

L'origine ignée du granite et aussi des diorites et ophites, est, d'autre part, attestée par sa structure en masse, ses fentes de retrait, sa texture cristalline et compacte; quant à son action métamorphique, elle s'accuse, d'après lui, par la présence de matières minérales étrangères.

François montre ensuite la liaison des granites et des sources thermales, puis il étudie la distribution des roches éruptives : les eurites et les leptynites sont dans le terrain de transition, au voisinage du granite; les diorites se trouvent dans les mêmes conditions; quant aux ophites, elles sont surtout réparties sur la lisière des terrains secondaires.

Il est moins heureux en ce qui concerne l'âge des roches éruptives et leurs relations avec les terrains sédimentaires; ses idées, à cet égard, sont aujourd'hui complètement inadmissibles : il attribue, par exemple, le soulèvement des Pyrénées à l'action du granite et admet que cette roche est venue au jour au commencement du tertiaire (3).

Après ces considérations générales sur les roches éruptives, l'auteur passe en revue les divers terrains :

4° *Terrain granitique.* — François étudie le granite dans ses variations lithologiques : au centre des grands massifs, il devient souvent porphyroïde (montagne de Tabe, de Gudanes, de Bassiès, d'Aulus); sur les limites et surtout au voisinage des roches schisteuses, il passe au gneiss; près des roches amphiboliques ou stéatiteuses, il

(1) La surincombance du granite ne saurait être invoquée comme preuve de son origine éruptive : elle résulte d'un simple renversement, fait des plus fréquents dans la chaîne des Pyrénées.

(2) Nous voyons là une réponse anticipée aux théories de M. Garrigou sur la prétendue stratification des granites et des pegmatites. Plus tard, à propos des pegmatites de Luchon, M. de Lapparent fera revivre, en la développant, l'explication si rationnelle de l'ingénieur François et montrera que ces prétendues alternances de granite et de roches sédimentaires, ne sont pas autre chose que des injections de granite entre les plans de dépôt de ces roches sédimentaires.

(3) Comme on a pu s'en apercevoir, les vues de François se rapprochent beaucoup de celles de Coquand et de Dufrénoy. L'influence de ce dernier géologue et celle de son illustre collaborateur, Elie de Beaumont, se feront longtemps sentir dans la science.

devient de la syénite ou de la protogine; au voisinage des roches schisteuses et des calcaires secondaires, il abandonne le mica et donne la pegmatite (4).

2° *Terrains de transition.* — Après avoir énuméré rapidement les roches qui les constituent, il passe à leurs modifications métamorphiques : au voisinage du granite, les schistes argileux deviennent compacts, fissurés, se chargent de filons et veinules de quartz, souvent même des éléments du granite et donnent des schistes micacés feldspathiques, des schistes siliceux; en même temps divers minéraux se développent dans leur masse (macles, grenats, pyrites de fer le plus souvent aurifères); les calcaires deviennent cristallins et compacts, passent aux dolomies, aux calcaires micacés. — D'autre part, au voisinage des roches amphiboliques, ces roches passent aux schistes et calcaires amphiboliques (2).

3° *Grès rouge.* — Comme Coquand, il l'attribue, vu la concordance de stratification et la proximité du calcaire à nautilus, à l'étage supérieur du terrain de transition.

4° *Terrains secondaires.* — Cette partie est généralement fort inexacte : il place notamment dans le crétacé inférieur le calcaire de Charpentier, dont il suit la continuité à travers l'Ariège (3).

(1) Les diverses roches granitoïdes (granite porphyroïde, gneiss, syénite, protogine, pegmatite) existent bien à la place qu'il leur assigne; mais il les regarde comme des variétés d'une même roche, le granite, variétés tenant soit à la position qu'occupe la roche dans le massif granitique (granite porphyroïde, gneiss) ou sur sa lisière (pegmatite), soit à l'influence des roches éruptives (protogine, syénite). Cette interprétation paraît inadmissible : si parfois, par suite de pressions considérables le granite présente sur les bords d'un massif la structure du gneiss, on ne saurait méconnaître que très souvent il constitue une formation indépendante; d'autre part, le pegmatite n'est pas une modification de passage, mais bien une roche postérieure au granite puisqu'elle le recoupe en filons. Quant aux syénites et protogines auxquelles l'auteur fait allusion, nous y voyons, comme lui, des granites modifiés; nous ferons toutefois cette réserve que ce ne sont là ni de vraies syénites, ni de vraies protogines, mais des granites amphibolifères, des granites talqueux ou, si l'on veut, protoginiques, comme les appellera Durocher.

(2) Remarquons qu'ici aussi l'ingénieur François est de la même école que Coquand et Dufrénoy : même manière de voir, ou à peu près, sur l'âge des roches éruptives et leur action métamorphique.

(3) Depuis les recherches de Dufrénoy, il est généralement admis que ce calcaire appartient au jurassique, ce géologue ayant trouvé dans des couches subordonnées à ce calcaire, les fossiles du lias moyen. En certains points pourtant, comme M. Viguiier l'a montré pour le massif calcaire de l'Aude, il y aurait soudure entre ce jurassique et le néocomien. Dans le Castillonnais, ce calcaire cristallin paraîtrait, par sa position au-dessous de la zone du lias moyen, occuper la

Mines. — L'éminent ingénieur étudie avec soin la distribution des gîtes métallifères : les mines sont rares dans le terrain granitique ; abondantes, au contraire, dans les terrains de transition ; dans ce dernier cas, elles sont placées, les unes à la lisière du granite et sur les lignes des diorites et des amphibolites ; les autres, à la lisière des terrains secondaires, au voisinage des ophites.

Au premier horizon se rapportent des gîtes de plomb argentifère, de galène et blende, de fer oxydulé (Pymorens, la Soulane d'Andorre), des pyrites de fer, souvent aurifères, donnant des dépôts de fer limoneux, des sources ferrugineuses et produisant, par leur décomposition, les paillettes d'or que roule l'Ariège (1).

Au deuxième horizon, les gîtes de galène (Vaychis, Lordat, Albiès, Goulter, etc.), de fer oxydulé manganésifère et hématites (Luzenac, les Cabannes, Château-Verdun, Miglos, Rancié). Le calcaire métallifère est mis dans le terrain de transition. Nos recherches confirmeront cette manière de voir, en lui donnant plus de précision.

Dans un autre travail, d'un grand intérêt géologique, l'auteur complète l'œuvre de Dietrich et donne des renseignements précieux sur le gisement des minerais de fer et leur mode de formation.

Il passe rapidement en revue les roches ignées (eurite, leptynite, pegmatite, granite) et conclut à leur nature éruptive d'après leur disposition en filots, et l'existence autour de ces filots d'une zone de roches modifiées.

Quant aux terrains stratifiés ou stratiformes, il y distingue notamment :

1° Le terrain primordial (granite et gneiss) ;

2° Le terrain de transition modifié (formé surtout de micaschistes et de schistes siliceux) (2) ; terrain dans lequel il place, à tort selon nous, tous les gisements métallifères de la vallée de la Haute-Ariège ;

place des calcaires du lias inférieur, dont il a, d'ailleurs, souvent la structure rubanée. Un géologue aussi modeste que consciencieux, M. l'abbé Pouech, semble être arrivé au même résultat pour le calcaire de Verdun (Haute-Ariège).

(1) La question de l'origine de l'or alluvial pyrénéen (Ariège, Salat, n'est pas encore résolue : François l'attribue à l'altération des pyrites aurifères, d'autres le rattachent à la venue des ophites ; l'association du quartz avec l'or dans une pépîte assez volumineuse que possède la collection de la Faculté des sciences à Toulouse, semblerait indiquer que dans l'Ariège, comme à la Gardette (Dauphiné), l'or est lié à des filons de quartz.

(2) Ce terrain, assez mal défini, se sépare difficilement de ce qui existe en dessus et en dessous ; nous y reconnaitrons du terrain primitif, de l'archéen, parfois même du cambrien.

il y rapporte aussi, et à juste titre, la bande schisto calcaire de Mérens (1).

3° Terrain de transition proprement dit. — Il le reconnaît assez bien dans l'ensemble, mais n'y établit pas de divisions.

4° Calcaire de Charpentier. — Il l'attribue au jurassique et plus souvent au crétacé inférieur auquel il donne beaucoup trop d'extension.

La carte qui accompagne l'ouvrage comprend l'Ariège, la Haute-Garonne, la vallée d'Aran et sur le versant sud de la chaîne, le haut Pâllas (Catalogne) et l'Andorre. Elle présente maintes ressemblances avec celle de Dufrénoy et Elie de Beaumont, publiée deux ans auparavant. Signalons-y, toutefois, quelques modifications heureuses : telle est l'attribution aux terrains de transition de tous les calcaires métallifères ; il est vrai que les limites entre le terrain de transition proprement dit et le terrain de transition modifié, sont bien souvent tracées d'une façon arbitraire. Nombre de gîtes métallifères figurent sur la carte, et l'on voit que le côté minier constitue la partie capitale du travail.

D'après l'éminent ingénieur, les gîtes de fer sont liés aux émanations faisant cortège à l'ophite.

La mine de Rancié est décrite avec les plus grands détails : trois coupes géologiques montrent la structure du bassin de Vicdessos ; les gîtes métallifères y sont indiqués comme postérieurs aux terrains de transition et antérieurs aux terrains secondaires (2).

(1) En cela, plus perspicace que plusieurs géologues qui sont venus après lui, tels que MM. Garrigou et Seignette, François a vu que cette bande schisto-calcaire, quoique située dans une région granitique, n'est pas une formation primitive, mais bien un lambeau de terrains paléozoïques. Nous reviendrons sur cette question à propos de la Haute-Ariège et nous verrons, à cette occasion, qu'on y trouve des représentants réduits de l'archéen, du cambrien et même du silurien proprement dit.

(2) Les coupes de François rendent bien, à mon avis, dans sa physionomie générale, la structure du bassin de Vicdessos ; j'admets, avec ce géologue, que le remplissage des gîtes ferrifères a eu lieu après le dépôt des terrains de transition et antérieurement au terrain jurassique ; d'un autre côté, la fréquence des minerais ferrifères au voisinage des ophites, autorise à penser que les hématites et la sidérose ont été amenées par des eaux minérales ayant suivi, pour venir au jour, les fractures par où se sont épanchées les ophites. J'admets également avec cet ingénieur que le calcaire métallifère forme des sortes de lentilles irrégulières disséminées au sein de calcschistes et de schistes alternant à plusieurs reprises ; toutefois, mes recherches m'ont amené à rattacher au silurien moyen ces alternances schisto-calcaires.

Dufrénoy et Elie de Beaumont.

1844. — Carte géologique de France.

La carte géologique de France publiée en 1844 par ces deux éminents géologues, constitue pour l'époque un véritable monument : elle marque en particulier un grand progrès sur celles publiées jusques-là sur la région pyrénéenne.

« Le terrain de transition ramené à ses véritables limites ; le grès » rouge pyrénéen rapporté au trias ; le terrain jurassique créé, pour » ainsi dire ; introduction du type crétacé....., etc., » tels sont, d'après Leymerie (C. R. 1855), les principaux mérites de cette carte.

Mais depuis ces illustres ingénieurs, la géologie française a fait des progrès rapides, de sorte qu'actuellement elle présente de nombreuses imperfections de détail et est fort en retard sur la science ; aussi a-t-on senti la nécessité de refondre, en le complétant, cet immense travail.

On sait notamment que le tracé du crétacé supérieur est considérablement exagéré ; Elie de Beaumont n'ayant pas admis de distinction entre les nummulites et les orbitolites, une grande partie du terrain figuré comme crétacé supérieur doit être mis sur le compte du tertiaire inférieur.

D'un autre côté, le terrain cambrien est exagéré aux dépens des autres termes du terrain de transition ; le jurassique, aux dépens du crétacé et du trias.

Durocher.

1844. — Essai pour servir à la classification des terrains de transition des Pyrénées, et observations diverses sur cette chaîne de montagnes (*Annales des mines*, 4^e série, tome VI, p. 115-113).

Le travail de Durocher est le premier qui ait été spécialement consacré aux formations anciennes de notre chaîne méridionale ; il a été publié en 1844, mais il porte sur des observations faites en 1844 (1).

L'auteur ne se dissimule pas les difficultés de la tâche qu'il entre-

(1) Antérieurement, de Pinteville avait publié, dans les *Annales des mines* (3^e série, tome III) et dans le *Bulletin de la Société géologique* (2^e série, tome I, 1844), une note sur les terrains de transition des Pyrénées. Il signale, au-dessus de Gèdre, l'existence de fossiles dévoniens (Orthis, Térébratules, Leptæna).

Vers la même époque (1844), de Boucheporn, dans une *Etude sur l'histoire de la terre*, donne une coupe générale de la vallée de la Pique ; d'après Leymerie, l'auteur aurait saisi quelques traits de la structure de cette vallée.

prend. « C'est, dit-il, une étude très difficile, » vu les contournements, torsions, dislocations, ruptures « qui ont fait subir aux couches » des mouvements tels, qu'il est aujourd'hui très difficile de les raccorder. » A ces difficultés s'ajoutent l'uniformité dans la nature et les caractères généraux des roches et la rareté des débris organiques.

Durocher s'appuie presque exclusivement sur les caractères stratigraphiques et plus spécialement sur l'étude des directions et des discordances. Pour lui, le terrain de transition des Pyrénées est composé de deux étages séparés l'un de l'autre par un système de dislocations : 1^o étage inférieur ou cambrien ; 2^o étage supérieur, correspondant au silurien des Anglais.

Il retrouve dans la composition de ces terrains les mêmes roches qu'en Bretagne, que dans l'Ardenne, la Belgique, l'Angleterre. « Tous » les terrains qui appartiennent à cette période ancienne présentent, » dit-il, une grande similitude dans la nature des roches ; la différence réside surtout dans l'abondance et la répartition de ces diverses roches (1). »

Mettant en parallèle la Bretagne et les Pyrénées, il reconnaît que, dans cette chaîne, il y a moins de grès et de grauwacke, mais beaucoup plus de calcaire (2). « De plus, l'association habituelle du calcaire et des roches schisteuses est, dit-il, un des caractères distinctifs des formations anciennes dans les Pyrénées (3). »

Les diverses roches sont ensuite passées en revue d'une manière rapide, mais avec moins de détails que dans l'ouvrage de Charpentier :

(1) Nous verrons qu'à cet égard on peut faire de nombreux rapprochements, surtout pour les assises les plus anciennes : les schistes de Saint-Lô, les schistes de Rennes, les ardoises aimantifères de Deville, et autres roches sur lesquelles nous aurons l'occasion de revenir, se retrouvent dans les Pyrénées avec les mêmes caractères et dans les mêmes conditions stratigraphiques.

(2) Cette remarque est fort exacte ; en effet, les grès sont rares dans les Pyrénées et ne présentent jamais de grandes masses, à la façon du grès armoricain ou du grès de May ; la grauwacke y est assez peu répandue ; on en trouve pourtant quelques traces dans le silurien moyen et le dévonien inférieur ; mais, en revanche, le calcaire constitue d'importants massifs, surtout dans les hautes régions avoisinant la crête, où il représente, d'après nous, le silurien moyen, et aussi sur les deux versants de la chaîne où il relève, soit du même étage, soit, et plus souvent, de la partie moyenne et supérieure du dévonien.

(3) Les alternances qui résultent de cette association sont fréquentes, surtout dans le silurien moyen, où nous reconnaissons un système schisto-calcaire, et dans la partie supérieure du dévonien. La multiplicité de ces alternances se joint aux passages lithologiques qui relient les roches les unes aux autres, pour rendre difficile, parfois même impossible, l'évaluation de l'épaisseur des assises.

schistes argileux, ardoises, grauwackes, schistes siliceux, grès quartzeux et quartzites, calschistes, calcaires ; notons en passant qu'il regarde la cassure esquilleuse comme caractéristique des calcaires de transition (1).

Dans cet exposé, l'auteur ne fait pas mention de certaines roches qui sont pourtant très répandues dans les Pyrénées : tel est le cas des schistes feldspathiques ou pétrosiliceux qu'on retrouve dans presque toutes les vallées transversales ; il ne parle pas non plus de ces associations curieuses de rubans calcaires et de rubans siliceux, connues depuis sous le nom de Barégiennes, qui forment surtout l'apanage du terrain silurien dans les massifs surélevés.

Envisageant ensuite la distribution de ces diverses roches, Durocher déclare inexact que telle ou telle roche soit exclusive à un niveau. « Cependant, dit-il, il y a une très grande inégalité dans leur répartition. » Ainsi, les calcaires prédominent dans l'étage supérieur. Pour lui, en outre, il y a des différences d'une vallée à l'autre ; il compare, à ce sujet, la vallée de Vicdessos (en amont d'Auzat) à celle de la Pique, et il constate que la première ne présente pas de calcaire de transition, tandis que, dans l'autre, le calcaire constitue des masses considérables (2).

(1) Ce caractère n'est pas absolument vrai. La cassure esquilleuse est fréquente dans les calcaires marmoréens du dévonien, dont la pâte est habituellement très fine et la texture très compacte ; mais elle se retrouve dans beaucoup de calcaires compactes de l'époque secondaire (calcaires lithographiques du jurassique supérieur, etc.) ; d'autre part, elle n'existe pas dans les calcaires argileux de la période ancienne pas plus que dans les calcaires cristallins de l'époque silurienne, qui, en raison de leur faible cohérence et de la présence habituelle de parties dolomitiques, ont une cassure irrégulière. En réalité, la cassure esquilleuse caractérise uniquement les calcaires compactes, qu'ils soient ou non de la période paléozoïque.

(2) Nous sommes loin de partager l'avis de Durocher en ce qui concerne la répartition des roches dans les terrains anciens, et notre travail tend à établir que certaines roches sont à peu près spéciales à certains niveaux et peuvent, par suite, les caractériser : nous citerons, notamment, les schistes maclifères à staurotides et les schistes pétrosiliceux, qui sont toujours dans le terrain archéen ; les schistes carburés, qui sont presque toujours constamment cajonnés dans le terrain silurien ; les barégiennes, les calcaires zonés et la plupart des dolomies cristallines m'ont paru appartenir aussi à cet étage. D'autres roches se trouvent à divers niveaux ; mais, bien souvent alors, elles diffèrent par leur composition ou même leur faciès : ainsi, les ardoises de l'archéen, vert clair ou grises, ont une pâte pétrosiliceuse que ne présentent pas les ardoises du silurien moyen, toujours noires ou de couleur très sombre. Les ardoises dévoniennes ont des propriétés différentes : elles ont des couleurs relativement claires, ce qui les distingue des ardoises jurassiques, presque toujours noir-bleuâtre ou même noires comme les ardoises silu-

Les deux étages que ce savant ingénieur reconnaît dans les terrains de transition sont séparés par une discordance ; cette discordance est double.

1° *Discordance en direction.* — Presque constamment, l'étage supérieur est dirigé Ouest quelques degrés Nord relativement au méridien magnétique, comme le terrain de transition supérieur de Bretagne, de Normandie, et le *silurien* d'Angleterre (direction qui, rapportée au méridien vrai, oscille autour de Ouest-Nord-Ouest). L'étage inférieur est dirigé Ouest-Sud-Ouest (ou, après correction, Est-Ouest), direction du *cambrien*. Il a constaté cette discordance en direction presque partout.

2° *Discordance en inclinaison.* — D'après Durocher, elle est rare, d'ailleurs de constatation difficile, vu le contournement et le redressement des assises. Généralement, l'étage supérieur a une inclinaison beaucoup moindre (Leymerie signale également une discordance d'inclinaison entre le cambrien et le silurien) ; le cambrien est habituellement vertical ou descend rarement au-dessous de 70°, tandis que l'inclinaison de l'étage supérieur varie généralement entre 60° et 30° et devient même nulle quelquefois.

A l'appui de ce qu'il avance, il cite une discordance d'inclinaison et de direction dans le haut de la vallée d'Aure, vers le port de Cambiels ; il montre la transgressivité des calcaires et des quartzites du Port par rapport aux schistes argileux, schistes siliceux, grauwackes et schistes micacés des environs d'Aagnouet et de Tramezaïgues.

Il cite aussi une autre discordance, au cirque de Gavarnie, entre les schistes cristallins métamorphiques et « les calcaires ondulés paraissant appartenir à l'étage supérieur des terrains de transition ; » il y aurait même, entre ces deux horizons, superposition transgressive.

riennés, mais plus ou moins effervescentes, au moins par places. Les associations des roches peuvent aussi servir de guide ; c'est ainsi que tel quartzite cambrien, qui ressemble à tel quartzite dévonien, s'en sépare par ses alternances avec des phyllades rubanés, tandis que le quartzite dévonien est associé à des calcaires ou à des schistes argileux.

D'ailleurs, la composition des terrains ne varie pas d'une vallée à l'autre autant que l'admet Durocher ; les vallées mises en parallèle par ce géologue diffèrent, il est vrai, mais c'est parce qu'elles sont constituées par des terrains d'époques différentes : en effet, dans le haut Vicdessos domine l'archéen et le cambrien, tandis que dans la vallée de la Pique, en aval de Luchon, le silurien et le dévonien, ou, en d'autres termes, les étages les plus élevés sont prépondérants. Contrairement à Durocher, nous chercherons à montrer que les mêmes horizons lithologiques se retrouvent d'une vallée à l'autre ; il existe, il est vrai, quelques variations latérales, sur lesquelles nous aurons l'occasion de revenir, mais elles sont heureusement d'importance secondaire.

C'est sur ces discordances qu'il se base pour diviser le terrain de transition en deux étages.

Durocher passe ensuite à l'étude du terrain de transition dans les diverses régions :

1^o *Hautes-Pyrénées*. — Dans les pages qui précèdent, l'auteur avait décrit la vallée d'Aure et les environs de Gavarnie ; il poursuit ses recherches à travers la vallée de Lavedan, le pays de Barèges (qu'il regarde comme constitué par du cambrien), le massif du pic du Midi (pour lui cambrien métamorphosé par le granite), la gorge de Pierrefite et la vallée de Cauterets. Toutes les assises affectent la direction Est-Ouest du cambrien (1). Il signale, aux environs des bains de La Raillère (Cauterets), des filons de porphyre quartzifère gris-blanchâtre atteignant 20 mètres de puissance et composés de quartz, albite, mica rare (2). Les masses calcaires de cette vallée sont attribuées au silurien.

La composition des terrains de transition dans les Hautes-Pyrénées peut se résumer, d'après Durocher, de la façon suivante :

Etage inférieur. — Schistes argileux et siliceux, souvent cristallins et micacés ; avec *rare*s bancs de calcaire à cassure schisteuse et esquilleuse. Direction Ouest-Sud-Ouest (ou Est-Ouest) ; couches subverticales.

Etage supérieur. — Schistes passant à la grauwacke ; schistes siliceux, grès quartzeux et quartzites. *Puissantes* assises calcaires. Direction Nord-Ouest. Couches généralement moins relevées (3).

(1) Je ne partage pas l'opinion de Durocher en ce qui concerne l'âge des assises dans le Lavedan. Le cambrien existe dans cette vallée, mais surtout entre Luz et Gèdre ; en ce qui concerne le massif du Pic du Midi, les environs de Barèges, la gorge de Pierrefite et la vallée de Cauterets, la plus grande partie de la région paraît silurienne. D'ailleurs il y a, dans le travail de ce géologue, une contradiction flagrante. Pourquoi, en effet, place-t-il dans deux étages différents le calcaire de Cauterets et celui de Barèges et du Pic du Midi, attendu qu'ils sont en continuation l'un de l'autre et appartiennent au même horizon géologique : si l'un est silurien, l'autre doit l'être également. Durocher a été induit en erreur par l'abus qu'il a fait des directions ; elles n'ont pas, en effet, la constance qu'il leur attribue, comme Zirkel le fera ressortir plus tard.

(2) Ces porphyres quartzifères, et probablement ceux des Eaux-Bonnes, sont analogues, comme gisement, à celui de la carrière de la Picadère, aux environs de Luchon, dans lequel on voit le passage de la granulite à la microgranulite.

(3) Durocher nous semble être dans le vrai en mettant dans l'étage supérieur et, par suite, en dehors du cambrien, les grandes masses calcaires. La composition pétrographique qu'il donne pour chaque étage se rapproche assez, au moins comme répartition, de celle que nous avons trouvée, mais avec cette différence essentielle

2° *Vallée d'Aran*. — La partie de la vallée comprise entre Lasbourdettes et Tredos est mise, à tort selon nous, dans le cambrien ; quant aux calcaires de Tredos et de la source de la Garonne, Durocher nous semble mieux inspiré en les attribuant au silurien ; il reconnaît que ces calcaires sont presque toujours associés à des schistes argileux ; et que leur métamorphisme est dû au granite. Ce même granite a relevé les couches, ce qui rend leurs relations difficiles à apprécier (1) ;

3° *Vallée de la Pique*. — Durocher donne une coupe entre Estenos et la frontière, coupe qu'il prolonge jusqu'aux environs de Vénasque (Aragon). Il attribue, à juste titre, à l'étage inférieur les schistes siliceux, les schistes luisants de la Basse-Pique, ainsi que les micaschistes métamorphiques des environs de Luchon, une partie, pourtant, devant être rattachée, d'après nous, à l'archéen ; il est parfaitement exact, d'autre part, qu'au contact du granite les schistes micacés passent à des micaschistes. Pour la Haute-Pique, il reconnaît que les directions ne sont pas en rapport avec l'âge, car les couches reconnues cambriennes dans l'Aran, affectent ici la direction du silurien (pour nous, c'est de part et d'autre du silurien) ; il attribue cette particularité au *rebroussement* de la chaîne entre le Vallier et la Maladetta. « On conçoit facilement, dit-il, que les roches schisteuses, situées sur » cette ligne, aient subi une inflexion ayant nécessairement dérangé » leur direction primitive. » Toute la Haute-Pique est mise à tort dans le cambrien (2) ;

4° *Vallée de l'Essera (Aragon)*. — La haute région avoisinant la Maladetta est considérée aussi comme se rattachant au même étage, ce que je ne saurais admettre ; l'auteur me semble plus rapproché de la vérité, quand il rapporte au silurien les environs de Vénasque.

que l'étage inférieur (cambrien de Durocher) correspond, non-seulement au cambrien (faune 1^{re}), mais encore à l'archéen, et que, d'autre part, l'étage supérieur (silurien de Durocher) comprend parfois des assises cambriennes et dévoniennes.

(1) La loi des directions paraît ici complètement en défaut, Durocher en fera d'ailleurs la remarque à propos de la vallée de la Pique ; pourquoi donc la prend-il comme base pour attribuer telle ou telle assise au cambrien plutôt qu'au silurien. J'admets, avec lui, que les masses calcaires de Tredos et des sources de la Garonne sont siluriennes ; mais je regarde les assises comprises entre Tredos et Lasbourdettes comme relevant aussi du même étage, au moins en grande partie ; dans le haut de la vallée domine le silurien métamorphique, dans le bas le silurien normal.

(2) Le cambrien est relégué le long de la crête ; la vallée de l'Hospice est surtout entaillée dans le silurien ; vers le col de Mounjoye et à la montée de la Picade, on a même trouvé les fossiles du silurien supérieur.

5° *Région du haut Salat*. — Durocher reconnaît, dans la bande ancienne qui s'étend de Castillon (ou plutôt de Lacour) jusqu'à Foix, du cambrien et du silurien ; l'un et l'autre terrain s'y trouvent, en effet. Mais il dit, à tort, que toute la bande paléozoïque située entre Aulus et Seix est cambrienne (1). Le silurien du Biros, éminemment fossilifère, lui a échappé ; il est même probable qu'il n'a pas visité cette vallée intéressante.

6° *Région de la haute Ariège*. — Dans le cambrien, aussi, il place toute la vallée de Viedessos et la haute Ariège ; or, les calcaires existent non seulement à Auzat, où passe, très réduit il est vrai, l'horizon métallifère de Rancié, mais aussi au sud de Bassiès, vers le bois d'Arganson. Il figure le granite de Bassiès comme roche d'intrusion, ce qui rentre dans notre manière de voir.

7° *Vallée d'Andorre et de la Sègre*. — La vallée d'Auzat, dont l'auteur nous a donné une coupe, conduit dans la vallée d'Andorre ; suivons-y Durocher ; nous y trouverons avec lui, se succédant tour à tour, des schistes micacés, des schistes satinés, des schistes siliceux, des schistes graphiteux, des calcaires et, finalement, des alternances de calcaires et de schistes traversées par le granite d'Andorre et de Las Escaldas. Cette succession stratigraphique, qui se dégage de la coupe de Durocher, se retrouve, d'après nous, dans toutes les vallées pyrénéennes ; nous nous efforcerons, au cours de ce travail, de mettre ce point en évidence.

Il mentionne, dans la vallée de l'Embalire, le poudingue quartzéux d'Arcavel et, dans celle de la Sègre, celui de Belver, conitnation l'un de l'autre.

Ce poudingue, qui alterne avec des schistes et des grauweekes, séparerait pour lui le cambrien du silurien.

Dans la vallée de la Sègre, le silurien serait formé du haut vers le bas, par :

4° Poudingues quartzéux avec alternances de schistes et de grauweekes. — 2° Schistes argileux. — 3° Puissante formation calcaire en relation avec le granite (2).

(1) Dans cette région, en effet, grand développement du silurien et du dévonien, celui-ci surtout entre Seix et Couflens ; le cambrien n'existe qu'à l'état exceptionnel. Dans le Biros, la présence du silurien est hors de doute ; non seulement j'y ai découvert la *Cardiola interrupta*, l'*Orthoceras bohemicum*, le *Monograptus priodon* et autres fossiles du silurien supérieur, mais aussi l'*Echinophærites (balticus ?)* et les graphites dendroïdes du silurien moyen ; le cambrien et l'archéen sont aussi représentés.

(2) N'ayant pas visité la vallée de la Sègre, il me serait difficile de tenter un parallèle avec le côté français. Pourtant, je ne puis m'empêcher de rapporter au

Après avoir ainsi passé en revue les diverses vallées, il résume les caractères des deux étages de transition qu'il reconnaît constants dans toute l'étendue de la chaîne :

Etage inférieur. — Schistes argileux et siliceux très souvent modifiés, cristallins ou même micacés, renfermant çà et là quelques couches calcaires, mais en masses ordinairement peu considérables.

Etage supérieur. — Schistes argileux, siliceux et argilo-calcaires ; roches arénacées, grauwackes, grès quartzeux, parfois poudingues ; il se termine par de puissantes masses de calcaire. Comme fossiles : trilobites, productus, orthis, orthocères, polypiers.

Le premier est pour lui cambrien ; le second silurien (4).

Durocher fait remarquer ensuite que parfois « la séparation des » deux étages est peu tranchée et, pour ainsi dire, inappréciable ; » c'est ce qui explique combien il faut de temps et d'observations » pour établir une classification de ces dépôts sédimentaires de la » période la plus ancienne. » Il ajoute que « l'observation des direc- » tions n'est pas toujours d'une certitude absolue et qu'elle semble » être quelquefois en défaut dans une contrée qui a été le théâtre de » plusieurs révolutions (2). »

silurien le calcaire à pointements granitiques ; les schistes argileux, d'autre part, représentent, selon toute apparence, le silurien supérieur ; par suite le poudingue de Belver marquerait la base du dévonien. Dans la partie occidentale de l'Aude, un horizon de poudingues limiterait également le silurien et le dévonien.

(4) Nous ne reviendrons pas sur les observations faites plus haut à propos de ce groupement ; ajoutons seulement que son étage inférieur correspond à notre archéen et à notre cambrien ; l'étage supérieur est pour nous du silurien, du dévonien et même du carbonifère.

(2) J'ai remarqué, pour ma part, que si, en certaines régions, les directions d'un même étage affectent une régularité remarquable, il n'en est certes pas de même dans le voisinage de la vallée d'Aran où les assises semblent avoir éprouvé des mouvements de torsion qui ont effacé la régularité primitive des dépôts. Aussi dans ces parages la considération des directions ne m'a été d'aucun secours, et je suis d'avis qu'il ne faut en user qu'avec ménagement et seulement à titre de contrôle. Il est bien difficile, en effet, d'admettre que des dépôts aussi anciens aient conservé leur direction initiale si on songe à toutes les perturbations dont la chaîne a été le théâtre.

Les exceptions à la loi des directions admises par Durocher sont des plus nombreuses : nous avons cité déjà des anomalies dans la vallée d'Aran (et ce géologue les avait lui-même reconnues) ; citons encore à cet égard les environs de Sentein : le silurien supérieur fossilifère, au lieu d'être dirigé N.-O., comme le voudraient les observations de Durocher, a la direction E.-O., qui est, pour le même auteur, celle du cambrien ; en outre, si on suit ces couches, ici très régulières, vers l'Est, on les voit s'infléchir aux approches du granite de Bordes et de Bethmale, et prendre définitivement, vers Uchentein, la direction N.-S.

Passant ensuite à la distribution de ces deux étages, il commet de nombreuses erreurs qui sont la conséquence de l'abus qu'il a fait des directions pour déterminer l'âge des assises,

« La structure des Pyrénées, dit Durocher, n'est pas aussi simple » qu'on pourrait le croire au premier abord ; » à cet égard, il constate l'existence de plusieurs soulèvements antérieurs au soulèvement principal. « La chaîne des Pyrénées porte, dit-il, l'empreinte de six » phénomènes de dislocation qui ont agi sur la même zone de l'écorce » terrestre, à différentes époques, et avec plus ou moins d'intensité, » et dont chacune a influé plus ou moins sur la stratification des » dépôts sédimentaires ; il est remarquable de voir que malgré la » superposition d'effets si divers, les roches stratifiées, même les plus » anciennes, ont conservé la trace des premières inflexions qu'elles » auraient subies. »

Voici les six systèmes de soulèvement admis par Durocher avec leurs directions respectives rapportées à la fois au méridien magnétique et au méridien vrai :

1^o Système de Westmoreland, ayant relevé, suivant une ligne O.-S. O. (E.-O.), le cambrien.

2^o Système des Ballons des Vosges, ayant relevé, suivant une ligne O.-N. O. (N.-O.), le silurien.

3^o Système du mont Pilat et de la Côte-d'Or, S.-O. (O.-S. O.), ayant affecté surtout le jurassique.

4^o Système du mont Viso, ayant redressé parfois le crétacé inférieur avant le dépôt du crétacé supérieur.

5^o Système des Pyrénées, le plus saillant de tous ; a soulevé le crétacé et le massif central suivant une direction O. 48° N. (par suite N.-O. environ, en rapportant au méridien vrai).

6^o Système des Pyrénées (dernier soulèvement) produit par l'apparition des ophites ayant soulevé le tertiaire et disloqué les roches plus anciennes.

La ligne de faite des Pyrénées est composée de plusieurs tronçons rectilignes, correspondant, pour Durocher, aux principales lignes de soulèvement ; les principaux sommets seraient aux points d'inflexion de la chaîne et aux points de croisement de plusieurs systèmes de dislocation.

Cet éminent géologue, mettant en parallèle les Pyrénées et les Alpes, fait remarquer la disposition circulaire que présentent plusieurs régions des Pyrénées : telle est la vallée d'Aran qu'il compare au cirque de l'Oisans en Dauphiné, la vallée de Barèges qu'il rapproche de celle de Chamonix, la haute vallée de l'Essera, le cirque de Gavarnie, les nombreux cirques creusés dans le chaînon grani-

tique qui s'étend entre Troumouse et Esterri (Catalogne), et, parmi eux, le cirque de Géléver (entre la vallée d'Aran et la vallée d'Esterri), cirque entièrement granitique, à disposition cratériforme; il y voit, comme l'a fait Elie de Beaumont pour l'Oisans, un cratère de soulèvement dont le centre se serait affaissé subitement au moment de l'éruption granitique.

Après avoir ainsi étudié les reliefs de la chaîne, Durocher aborde l'examen des masses granitiques : il distingue les granites suivant la grosseur du grain et la nature du feldspath; les granites à petits grains et à grains moyens ont habituellement, comme feldspath, de l'orthose et de l'albite; quand ces granites renferment dans leur masse de grands cristaux, le feldspath de ces granites (dits porphyroïdes) est de l'orthose; les granites à grandes parties, ceux surtout passant à la pegmatite, sont pareillement riches en orthose.

L'auteur signale des filons de granite à gros grains dans le granite à grains petits ou moyens, et à cet égard il émet une observation que nous approuvons pleinement. « Le phénomène de pénétration d'une » masse granitique par des filons de granite d'un grain différent, ne » lui paraît pas suffisant pour en conclure qu'il y a une différence » bien tranchée entre ces deux granites. Pendant le refroidissement » de ces masses ignées, il s'est produit nécessairement des fractures » par suite de leur contraction; et à travers ces fentes, il a dû se » faire de nouveaux épanchements de granite, lequel peut différer de » la masse déjà en partie solidifiée, soit par la texture et la grosseur » des grains, soit par l'abondance et la répartition des divers éléments. »

Durocher admet des éruptions granitiques de plusieurs époques.

Comme variétés de granites, il trouve, ainsi qu'en Bretagne;

1^o Granite à grains moyens ou petits, à albite et orthose;

2^o Granite porphyroïde, à grands cristaux d'orthose, noyés dans le fond précédent;

3^o Granite à grandes parties (pegmatite), surtout à orthose.

Il y ajoute des variétés paraissant dériver du granite ordinaire:

4^o Syénite quartzifère;

5^o Granite chloriteux, parfois épidotifère (1).

Le granite avoisinant les terrains secondaires diffère essentielle-

(1) J'ai rarement rencontré dans les Pyrénées centrales de véritables syénites; mais, en revanche, les granites amphibolifères sont très répandus. Les granites chloriteux (protophéniques comme les a appelés Durocher), sont habituellement, surtout quand ils renferment de l'épidote, liés à l'action des ophites. Aussi nous semble-t-il être dans le vrai en les faisant dériver des granites ordinaires.

ment pour Durocher de celui qui est dans les terrains de transition ; différent non-seulement comme nature (texture moins serrée, moins de solidité, moins de résistance à la décomposition), mais aussi comme âge ; il serait antérieur au soulèvement des Pyrénées et aurait redressé les formations les plus anciennes. « Une grande partie des masses » granitiques des Pyrénées paraît, dit-il, être fort moderne et postérieure au terrain crétacé, comme l'a fait voir Dufrénoy (1). »

Pour établir l'âge récent de ces granites, il se base sur la prétendue pénétration du granite au sein du calcaire jurassique des environs de Saleix (2), et aussi sur des pénétrations observées par Dufrénoy dans les Pyrénées orientales.

Durocher reconnaît au granite une action métamorphique directe, attestée par l'auréole de schistes modifiés qui entoure cette roche (3). Sous cette influence, la roche augmente de cristallinité, les schistes de transition deviennent feuilletés, se chargent de mica et passent à de véritables micaschistes. En outre, il y a développement de macles, mais moins qu'en Bretagne, développement accidentel d'amphibole et de grenat ; quant au disthène et à la staurotide, il n'en a jamais rencontré dans les Pyrénées (4).

(1) Bien que nous n'ayons jamais eu l'occasion de remarquer des filons de vrai granite dans le calcaire secondaire, nous ne nierons pas la possibilité de leur existence. Néanmoins tous les affleurements granitiques que nous avons vus au contact du secondaire et même du tertiaire (Barguillière, Seix, Castillon, Saint-Béat, Esténos, Milhas, Salies...), sont constitués moins par du granite que par du gneiss ; ils renferment souvent des cipolins, et l'on ne peut douter que ce ne soient là des réapparitions par failles de formations primitives déjà consolidées depuis longtemps dans les profondeurs ; et, à cet égard, nous ne trouvons pas de différences entre ces masses granitiques et celles de Luchon, de Soulan, d'Aix..., qui sont en relation directe avec les assises les plus anciennes des terrains de transition.

(2) La coupe donnée par Durocher ne me paraît pas concluante : il y a, en effet, dans ces parages du calcaire cristallin de l'époque silurienne qu'il est facile de confondre avec le calcaire jurassique. D'ailleurs, y a-t-il réellement injection, ou n'est-ce pas une pénétration par voie mécanique ?

(3) La fameuse *auréole* métamorphique, dont on entoure ordinairement le granite, est, à mon avis, très discutable : sans doute, au voisinage de cette roche on remarque habituellement un grand développement de macles et augmentation de cristallinité ; mais il n'y a là rien de constant, surtout rien de régulier, rien qui indique une disposition concentrique ; souvent même les macles se développent en l'absence du granite (mines de Sentein, Cazaril, Val d'Esquerri...). Je reviendrai d'ailleurs sur cette question.

(4) Pour être moins répandues qu'en Bretagne, les staurotides n'en existent pas moins dans les Pyrénées : Leymerie en a déjà signalé dans le val de Burbe où elles

Le granite a aussi modifié les calcaires; ceux-ci, en effet, sont changés en dolomies, comme l'indique une coupe de la vallée de l'Essera, prise en avant de l'Hospice de Vénasque; la dolomie est d'ailleurs postérieure au calcaire, car elle en renferme des fragments. D'un autre côté, il s'est développé dans les calcaires nombre de minéraux, surtout dans ceux de la série primitive : mica, talc, stéatite, trémolite, actinote, grenat, épidote, macle, couseranite, diopside, albite, graphite. De ces minéraux, les uns se sont constitués aux dépens des éléments de la roche; les autres, à l'aide d'apports extérieurs (4).

Durocher ajoute quelques détails sur les porphyres quartzifères de la haute vallée d'Ossau et de Cauterets, qui recourent le granite et les schistes de transition (2).

Il considère les masses de quartz comme étant en connexion plutôt avec le granite qu'avec les ophites; elles sont venues à la suite des roches plutoniques, ainsi que les minerais de fer.

Quant aux mines de fer, elles forment des bandes en rapport avec le granite : tantôt dans le calcaire jurassique (Rancié), tantôt dans les schistes de transition (Lercoul), tantôt sur la lisière des deux terrains. Il ajoute avec raison que le minerai de fer « n'est pas venu directement avec le granite; mais les éruptions granitiques ont été suivies, » dans les Pyrénées, de la production des minerais de fer qui se sont » épanchés à travers les fractures qui avaient déterminé ces éruptions » dans les terrains stratifiés de divers âges (3). » Parfois le fer est en relation avec les ophites (Rabat); mais ici il est à l'état d'oxyde rouge, tandis que dans les gîtes précédents, c'est le fer spathique qui domine mêlé à des hématites.

sont extrêmement abondantes, bien rarement, il est vrai, à l'état de macle cruciforme. Quant au disthène, il est représenté par des espèces voisines (fibrolite, sillimanite), dans les massifs primordiaux riches en roches granitiques (Castillon, Bethmale).

(1) D'autres aussi, tels que le mica, sont probablement contemporains du dépôt. Si on remarque, d'autre part, combien est habituelle l'association des calcaires primitifs et des pegmatites (Soulan, montée du lac de Naguille, Mérens, Arignac, environs de Saint-Béat, Sorède), on est amené à voir dans ce développement de minéraux l'influence de la pegmatite plutôt que du granite.

(2) Ces porphyres quartzifères qui, à vrai dire, rentrent dans le type des microgranulites, sont analogues à ceux du Néthou et du bas Larboust. Ils passent parfois à des variétés granitoïdes.

(3) Cette manière de voir nous semble très juste et susceptible d'une application plus large : les fractures suivies par les roches éruptives ont donné issue, non seulement aux apports métallifères, mais aussi aux eaux minérales et émanations internes, qui, par leur action longtemps prolongée, ont été les causes les plus actives du métamorphisme.

Les autres minerais (cuivre, plomb, argent, cobalt) sont aussi en relation avec les roches granitiques ; parfois (Rancié) il y a mélange des deux sortes de gîtes.

Durocher ajoute que les minerais de fer sont très irrégulièrement intercalés dans les couches et tendent souvent à affecter la disposition en chapelet.

Des considérations sur les eaux minérales terminent le travail de Durocher. Fontan avait déjà remarqué que les sources sulfureuses thermales viennent des terrains primitifs. Pour lui, elles jaillissent soit du granite, soit des roches de transition, mais habituellement à la séparation des deux formations.

De Pinteville.

1844. — Sur le terrain de transition des Pyrénées (B. S. G., 2^e série, I).

On lui doit la découverte à Gèdre (vallée du Gave de Pau), d'un horizon du dévonien inférieur, assez fréquent dans les Pyrénées ; horizon spécialement riche en brachiopodes et en bryozoaires.

Boubée.

1845. — Sur les graptolites des Pyrénées (B. S. G., 2^e série, II).

Ce géologue praticien a fait quelques observations de détail dans la région de Luchon ; il a découvert des graptolites dans la Barousse et à Marignac ; en outre, dans cette dernière localité, la *cardiola interrupta* et des orthocères.

Dufrénoy.

1851. — Explication de la Carte géologique de France : les Pyrénées, t. III, page 409.

Dufrénoy a résumé dans un important mémoire ayant pour titre : *les Pyrénées*, les observations faites par lui à diverses époques dans cette chaîne de montagnes. Quelques pages sont consacrées aux reliefs et à la disposition de la chaîne. A ce propos, l'auteur admet que les Pyrénées ont été divisées en deux tronçons par une faille qui leur aurait fait éprouver un rejet nord-sud de 30 kilomètres environ ; cette faille, passant par la source de la Garonne, serait postérieure à la chaîne et liée probablement à la venue des ophites (1).

(1) L'existence de cette faille ne nous semble nullement prouvée, car il y a continuité des assises entre la haute Garonne et le haut Salat ; une faille transversale existe probablement dans le bas du val d'Aran, le long de la Garonne, mais son rejet est loin d'avoir une amplitude aussi considérable ; il semble qu'il y ait

Dufrénoy distingue deux ordres de vallées : des *vallées longitudinales* correspondant à des plissements ou à la séparation de deux terrains, et des *vallées transversales*, ordinairement très profondes et très étroites, résultant de fractures ayant eu lieu au moment du soulèvement général de la chaîne; celles-ci présentent presque toujours une succession de bassins et d'étranglements séparés par des ressauts, de sorte qu'une vallée transversale est formée par une série de bassins étagés (1). L'érosion est ensuite venue élargir ces fentes naturelles; mais l'action des eaux, toute importante qu'elle est, a porté moins sur le dessin des Pyrénées que sur leur retouche.

L'illustre géologue insiste sur les relations des sources thermales avec les roches granitiques. Il montre, à ce propos, qu'il n'est pas rare de les voir jaillir à la fois du granite et des roches de transition, ce qui prouve qu'elles se font jour par des fractures.

A ses yeux les Pyrénées constituent une chaîne classique pour l'étude des soulèvements. Il distingue un soulèvement *principal* ayant eu lieu après le dépôt de la craie et avant celui du tertiaire (2), soulèvement correspondant à celui des Apennins, et ayant relevé les strates dans la direction O. 46. N.; des soulèvements *accessoires* au nombre de trois : 1° le plus ancien, immédiatement après la période de transition, très net et dirigé entre *hora* trois et quatre de la boussole; 2° entre le crétacé inférieur et le crétacé supérieur; 3° soulèvement des ophites ayant relevé en certains points (Pyrénées orientales, environs de Bayonne) le terrain tertiaire (3); il a eu moins d'influence que le soulèvement principal.

D'après Dufrénoy, le gneiss et le schiste micacé sont rares dans le terrain primitif; on les trouve fréquemment, au contraire, dans le terrain de transition inférieur, comme produits métamorphiques. Il

un déplacement de bas en haut, plutôt qu'un déplacement latéral. Quant à faire intervenir les ophites comme origine de cette faille, qui serait postérieure à la chaîne, c'est une hypothèse qui est incompatible avec l'âge relativement ancien qu'on attribue généralement à ces roches.

(1) Ces observations, parfaitement exactes, se vérifient dans presque toutes les vallées pyrénéennes et nous expliquent les lacs étagés si fréquents dans les massifs granitiques de la haute chaîne (vallée d'Oo; massifs du Montarto, de Néouvielle; région du haut Riberot, etc.).

(2) Plus exactement entre l'éocène supérieur et le miocène inférieur; on sait, en effet, que, dans les Pyrénées, non seulement le crétacé supérieur est relevé, mais encore tout l'étage nummulitique (éocène); l'erreur de Dufrénoy et d'Elie de Beaumont s'explique par la confusion que ce dernier avait faite des nummulites et des orbitolites.

(3) Ce dernier soulèvement, qui a affecté le miocène des Landes, rajeunit l'âge des Pyrénées, mais il est très localisé.

en résulte que le terrain primitif étant à peu près réduit au granite peut être appelé terrain granitique (1).

Terrain granitique. — Dufrénoy distingue deux bandes granitiques :

1^o Bande orientale, du cap Creus à Castillon : *bande continue* ;

2^o Bande occidentale, de la vallée d'Aran à l'Océan : *discontinue*.

Elles ne feraient qu'une seule si elles n'avaient été séparées par la grande faille d'Aran (2).

En outre, nombreux flots isolés.

L'auteur étudie ensuite les reliefs des montagnes granitiques, les fragments anguleux des chaos, la décomposition boléaire de certains granites. Avec Charpentier il reconnaît diverses sortes de granite, en prenant surtout pour base la différence du grain ; le granite à gros grains serait plus moderne que celui à grains moyens ; dans les Pyrénées orientales, cette roche serait parfois postérieure au soulèvement de la chaîne ; nous avons vu Coquand et Durocher admettre également des granites d'âge récent. Sur la limite des terrains stratifiés, le granite se charge de mica et passe au gneiss « Cette modification paraît, dit-il, le résultat du contact. » Le gneiss ne constitue donc pas, dans les Pyrénées, une formation indépendante, vu que le granite passe au gneiss (3).

Les calcaires intra-granitiques sont, à son avis, très rares. Ces associations s'expliqueraient généralement par la superposition du calcaire sur le granite, ou bien par une intercalation du granite dans le calcaire et non du calcaire dans le granite. « Il ne connaît pas, dit-il, » une seule localité où l'on puisse affirmer que le calcaire ait été formé » en même temps et par les mêmes causes que le granite (4). »

(1) Tout en admettant qu'il est des gneiss et des micaschistes métamorphiques, nous pensons que le gneiss primordial est très répandu dans la partie orientale de la chaîne. (Vallée de Soulan, montagnes d'Aix et d'Aston, Albères.)

(2) Ces deux bandes, comme nous le montrerons plus tard, ne sont pas de même nature, de sorte que, si on les mettait bout à bout, il y aurait juxtaposition de formations différentes, les unes strato-cristallines formées essentiellement de gneiss, les autres éruptives et constituées par du granite massif. Cette distribution est donc purement géographique et n'est pas justifiée par des considérations géologiques.

(3) Ces idées, qui se rapprochent de celles de Coquand, déjà exposées, ne nous paraissent pas acceptables ; le contact des terrains sédimentaires n'a pas l'influence que lui prête Dufrénoy. Quant au gneiss, il constitue, surtout dans la branche orientale des Pyrénées, une formation indépendante des terrains primaires ; le passage du gneiss au granite n'a lieu que pour le gneiss fondamental (granite-gneiss).

(4) Le calcaire n'est pas, il est vrai, de la même formation que le granite ; mais,

D'après Dufrénoy, la pénétration du granite dans le calcaire est un fait fréquent. Dans le crétacé des Pyrénées orientales, il existerait des filons d'un granite spécial (p. 128, formé de feldspath rose à grandes lames, de mica vert foncé et de quartz gris peu abondant (1).

Dans le terrain granitique il place aussi le schiste micacé, le schiste talqueux, le schiste siliceux, le calcaire, le schiste argileux luisant. La bande de schistes micacés est généralement étroite; aussi, vu sa minceur, Dufrénoy la rattache-t-il au terrain de transition modifié, bien qu'il la considère comme faisant partie du terrain primitif (2).

Terrain de transition. — Très puissamment développé, il constitue tous les hauts massifs de la zone frontière. Dufrénoy décrit la forme des montagnes de transition, forme qui varie suivant leur composition pétrographique. Quatre sortes de roches constituent ce terrain : grauwacke schisteuse, schistes argileux, schistes siliceux, calcaires; cet ordre serait à peu près celui de l'ancienneté (3).

La grauwacke qui lui sert de type est celle du houiller du nord de la Maladetta. Dans les schistes argileux il reconnaît de nombreuses variétés : 1° schistes argileux gris, verdâtres, satinés, sans mica ni grains de quartz, passant au schiste talqueux. « Cette roche, dit-il. » qui forme la base du terrain de transition, rappelle *identiquement* » les schistes cambriens de Bretagne et de Normandie, notamment » ceux de Saint-Lô, des environs de Bayeux, de Vire et des côtes de » la Manche, depuis Granville jusqu'à Cancale (4). » Comme autres

en revanche, il se montre souvent dans la formation des gneiss feuilletés et des micaschistes, c'est-à-dire à la partie supérieure des terrains primitifs, ainsi que nous aurons l'occasion de l'indiquer au cours de ce travail.

(1) Nous ne pouvons nous prononcer sur ce gisement que nous n'avons pas eu l'occasion de visiter; peut-être y a-t-il là des granites récents, comparables à ceux signalés dans le jurassique du Portugal par M. Delgado.

(2) Le terrain granitique n'a pas, à mes yeux, l'extension que lui prête Dufrénoy; il faut en distraire une grande partie des schistes micacés (schistes argileux micacés), les schistes siliceux, les schistes satinés luisants, roches qui se rattachent, soit au terrain archéen, soit même à la base du silurien.

(3) Déduction faite de la grauwacke, l'ordre de succession indiqué par Dufrénoy correspond assez bien à l'ordre d'ancienneté : les schistes argileux (plus exactement les phyllades satinés) dominant dans le terrain archéen; le cambrien renferme beaucoup de schistes siliceux; d'autre part, les grandes masses calcaires de la série paléozoïque relèvent du silurien ou du dévonien.

(4) Ce rapprochement est parfaitement légitime; j'ai eu l'occasion de vérifier sur place qu'il y a similitude, je dirai plus, identité entre la plupart des schistes satinés pyrénéens et ceux de Bretagne. Il est exact aussi que ces schistes satinés forment la base des terrains de transition.

variétés de schistes argileux, il reconnaît : 2^o des schistes ardoisiers ; 3^o des schistes verts passant aux schistes coticulaires ; 4^o des schistes alumineux ; 5^o des schistes graphiques.

Les schistes siliceux sont désignés par lui sous le nom trop général de lydiennes.

Les calcaires sont ou cristallins, ou compactes, ou entrelacés. L'auteur signale les fréquentes alternances des calcaires et des schistes anciens « Ces diverses roches, dit-il, alternent dans un ordre fort indistinct (1); » toutefois, à la base prédominent les grauweekes (c'est là une erreur déjà relevée). L'assise moyenne est constamment composée d'alternances répétées de schistes argileux et de calcaires; le calcaire domine dans l'assise supérieure. Il ajoute que « la limite entre ces » trois assises n'est pas tranchée; on peut même dire qu'il n'en existe » pas. » Toutefois, l'ordre général qu'il indique plus haut « se retrouve » dans toutes les vallées. » Dufrénoy donne à l'appui quelques coupes : coupe prise dans les Pyrénées orientales; coupe de la vallée de Luchon (inexacte en un grand nombre de points); coupe du Lavedan (Gavarnie, Pierrefitte, Barèges, Pic du Midi), de la vallée de Bagnères, etc. A cet égard, il entre parfois dans des détails circonstanciés du plus grand intérêt (2).

Dufrénoy arrive (p. 143) à cette conclusion qui nous paraît inadmissible, à savoir que le terrain de transition des Pyrénées appartient au système cambrien. Et, à cet égard, son travail paraît présenter certaines contradictions : après avoir dit (à la page 145), que le terrain de transition des Pyrénées appartient au cambrien, c'est-à-dire à l'étage inférieur, il attribue les couches de Barèges et de Luz à la partie *moyenne* du terrain de transition.

Terrains secondaires. — Dufrénoy entreprend ensuite la description des divers étages des terrains secondaires. Il attribue au jurassique le calcaire de Saint-Béat, de Cagire, du Gar, de Viédessos; il distingue deux bandes de jurassique, l'une septentrionale passant par Foix, Labastide-de-Sérou, les pics de Cagire et du Gar, Sarrancolin, Bagnères-de-Bigorre; une bande méridionale passant par Rancié, Viédessos, Ercé, Seix; bandes autrefois en continuité, ayant été séparées par un soulèvement du granite. Il donne, à ce sujet, des renseigne-

(1) Durocher était arrivé à une conclusion analogue; notre travail tend, au contraire, à montrer qu'il est possible de constater un certain ordre de succession.

(2) Ici aussi, même manière de voir que Durocher, quoique Dufrénoy ait fait des directions un usage plus modéré; toutefois, le premier géologue donnait au cambrien une extension bien moindre.

ments aussi intéressants que nombreux et montre que la dernière bande est le faciès métamorphique de la première (1).

Ophites et lherzolites. — Les ophites sont, pour Dufrénoy, des porphyres amphiboliques ; les lherzolites, des roches pyroxéniques produites à la même époque et dans les mêmes conditions ; les unes et les autres, d'ailleurs, très récentes, auraient parfois relevé le tertiaire des Landes. Dufrénoy étudie leurs relations avec les gypses et les gîtes de sel, sujet qui a été déjà traité dans un mémoire spécial. A ce propos, il donne deux coupes : l'une, prise aux environs de Biarritz, destinée à montrer l'association des gypses avec l'ophite et la dislocation du terrain crétacé par cette roche ; l'autre, levée dans les Landes, tendant à faire voir que l'ophite est plus moderne que le tertiaire (2).

Minerais métalliques. — Dans un mémoire précédent, Dufrénoy s'était déjà occupé du gisement des mines de fer ; il y revient rapidement. D'après lui, les minerais sont habituellement placés à la limite du granite et du calcaire saccharoïde, mais ils paraissent indépendants des deux terrains, car ils se trouvent dans des terrains d'ordre différent, aussi bien dans le calcaire de transition que dans le lias et le crétacé. La seule condition paraissant indispensable à leur existence, c'est la « proximité des roches granitiques (3). »

(1) Ces données me paraissent généralement précises ; toutefois, en ce qui concerne les deux bandes du jurassique, le trajet me semble être un peu différent dans le Castillonnais et aussi dans la région de Saint-Béat. J'aurai, d'ailleurs, l'occasion d'y revenir dans un chapitre spécial, où j'étudierai les relations des terrains les uns avec les autres.

(2) Quoique la question des ophites sorte du cadre que je me suis tracé, j'ajouterai que la plupart des conclusions de Dufrénoy, sauf celles qui concernent la nature éruptive de ces roches et les modifications de contact, me paraissent sujettes à caution ; les dislocations de la craie à Biarritz, du tertiaire dans les Landes, invoquées pour établir l'âge récent de l'ophite, peuvent s'expliquer par une intrusion purement mécanique de la roche déjà consolidée depuis longtemps. Quant aux relations des ophites avec les gypses et le sel, elles sont, dans bien des cas, fortuites, comme l'établira plus tard Dieulafait, et, avant ce dernier, M. Hébert.

(3) Il est toutefois à remarquer que la grande majorité des mines de fer se trouve dans les terrains de transition, ainsi que l'admettait l'ingénieur François. Les minerais de fer gisant dans le terrain secondaire sont habituellement d'une nature différente et semblent se rattacher, comme l'a indiqué ce dernier géologue, au phénomène ophitique. Durocher avait émis des idées à peu près semblables.

De Verneuil.

1850. — Remarques sur les fossiles recueillis par Leymerie dans le terrain de transition de la Haute-Garonne (B. S. G., 2^e série, VII).
 1854. — Terrains paléozoïques de la vallée d'Ossau (B. S. G., 2^e série, XII). — (Voir 1854, note de Bourjot.)

De Verneuil, un des géologues les plus autorisés de son époque pour les terrains paléozoïques, a contribué, par la détermination de nombreux fossiles anciens de la Haute-Garonne et des Hautes-Pyrénées, à faire progresser la géologie des terrains primaires de notre chaîne méridionale. On lui doit d'avoir rapporté au dévonien les griottes de Campan et de Caunes. Il a fait lui-même des travaux spéciaux sur les Pyrénées françaises; citons tout particulièrement son mémoire sur les terrains paléozoïques de la vallée d'Ossau. Nous verrons du même auteur une coupe du versant méridional de la chaîne.

Leymerie.

1850. — Lettre à M. de Verneuil sur le terrain de transition supérieur de la Haute-Garonne (B. S. G., 2^e série, VII, 210).
 1854. — Esquisse géognostique des Pyrénées de la Haute-Garonne. — Revue de Toulouse.
 1855. — Aperçu des Pyrénées : Prodrôme d'une description géologique de ces montagnes (C. R. de l'Ac. des sciences, t. XL, p. 4177).
 1855. — Mémoire sur le terrain jurassique des Pyrénées françaises (B. S. G., 2^e série, XIII).
 1858. — Lettre à M. Elie de Beaumont sur le terrain de transition de la vallée de la Pique (C. R., XLVI, p. 636).
 1858. — Note sur quelques points de la géologie des régions pyrénéennes (C. R., XLVI, p. 848).
 1858. — Lettre à M. Cordier sur une ascension du Néthou (C. R., XLVII, p. 429).

Leymerie, qui pendant de longues années a professé la géologie à la Faculté des sciences de Toulouse, nous a laissé sur la région des Pyrénées, et plus spécialement de la Haute-Garonne, un grand nombre de travaux. Beaucoup d'entre eux portent sur les terrains anciens ou les formations éruptives.

En 1850, dans une note sur le terrain de transition de la Haute-Garonne, il signale l'identité de structure des vallées de la Garonne et de la Pique, du vallon de Marignac et du pic du Gar. Il donne à l'appui, comme étant la plus simple, une coupe de la vallée de la Garonne en amont de Saint-Béat (val d'Aran français); il signale, en remontant la vallée, les zones suivantes :

1° Calcaire marmoréen de Saint-Béat, à couseranites ; 2° Ophite de Lez ; 3° Grès rouge de Lez ; 4° Calcaires amygdalins ; 5° Calcaire gris et bleu-noirâtre à orthocères avec intercalations de schistes ; 6° Calcaire gris clair, en partie dolomitique, à encrines ; 7° Schistes ardoisiers puissants, azoïques ; 8° Calschistes (?) gris rubanés, avec schistes argileux, à galène et blende subordonnées.

D'après lui, toutes ces couches sont sensiblement verticales ; toutefois, au-delà de Lez, elles présentent des ondulations multipliées. La dernière zone, qui se retrouve à Uls, à la Tour de Crabère et au Pont du Roi, repose, au-delà de ce dernier point, sur des gneiss schisteux, comme à Luchon ; les eaux de Lès sourdent d'un magma de gneiss et de pegmatite et se trouvent dans les mêmes conditions que dans cette station thermale.

La coupe qui précède, devenue classique, établit donc les relations stratigraphiques des divers terrains anciens de la Haute-Garonne.

En 1851, Leymerie donne un aperçu d'ensemble sur les Pyrénées de la Haute-Garonne, mais il n'ajoute rien de saillant en ce qui concerne les terrains de transition.

En 1855, autre travail d'ensemble portant cette fois sur toute la chaîne et contenant des vues géogéniques sur la formation des Pyrénées.

La même année l'auteur publie un coupe du pic du Gar, où il retrouve les terrains de la vallée d'Aran.

Ensuite Leymerie s'occupe plus spécialement du terrain jurassique. Il donne des coupes détaillées de ce terrain et fait connaître plusieurs gîtes fossilifères liasiques (lias moyen et supérieur), de l'Aude, l'Ariège, la Haute-Garonne, des Hautes-Pyrénées ; il attribue au jurassique métamorphique le calcaire de Saint-Béat et à l'oolite moyenne les dolomies noirâtres et le calcaire à nérinées de Bize-Nistos. La région située entre Moulis et Aubert est considérée comme urgonienne, les environs de Saint-Girons comme liasiques.

En 1858, il étudie la structure de la vallée de la Pique où il retrouve les étages déjà signalés dans la vallée d'Aran. Il place à la base des terrains de transition le terrain cambrien formé par des schistes azoïques ; le silurien commence par des schistes carburés que surmontent des calcaires gris, esquilleux (1) ; au-dessus viennent des calcaires avec des grauwackes schisteuses, et un puissant système

(1) C'est le calcaire à Echinophœrites de Cazaril et de Montauban.

de schistes et de calschistes en dalles (1). Le dévonien est généralement bien décrit; il lui reconnaît un grand développement dans la région d'Oueil; les calcaires rubanés (barégiennes), les calcaires et dolomies de la Penna Blanca, les grauweekes, avec empreintes végétales, du Plan des Etangs, sont attribués au silurien (2).

La même année, Leymerie publie une note sur la géologie pyrénéenne; elle est relative au calcaire à dicérates; il le rattache en partie au jurassique, en partie au crétacé inférieur.

La même année encore, il décrit, dans une lettre adressée à Cordier, l'ascension du pic Néthou et, à ce propos, fait quelques remarques sur les granites de la Haute-Garonne. Il signale au sommet du Néthou « une espèce intermédiaire entre le granite et l'elvan ou porphyre » quartzifère. Dans une pâte grossière quartzo-feldspathique d'un gris sale, l'œil distingue, dit-il, des grumeaux de quartz gris, des lamelles clair-semées de mica, quelques mouches d'amphibole et des cristaux rectangulaires d'orthose rose chair. » Dans le même massif, il a vu une eurite amphibolifère qui lui paraît être une dépendance de l'elvan du sommet.

Le granite de la Maladetta n'a « aucun caractère éruptif; » il est accolé aux calcaires de la Penna Blanca d'une façon, pour ainsi dire, indifférente: pas de modifications sensibles au contact, ou du moins elles sont plus grandes à une certaine distance; pas de filons de granite dans le calcaire. Le granite des Monts-Maudits traverse l'Esséra vers les Bains de Vénasque et se relève plus à l'ouest près du Port Vieux.

Le granite porphyroïde qui va de Maupas à Clarabide a, au contraire, un « caractère éruptif » bien accusé: il pénètre en veines dans les schistes cristallins et en englobe des fragments parfois énormes, qui avaient déjà attiré l'attention de Charpentier.

(1) Nous admettons pleinement cette succession, avec cette réserve que les calcaires esquilleux surmontant les schistes carburés, nous paraissent synchroniques des calschistes en dalles et des schistes; d'autre part, il est une zone supérieure de schistes carburés qui lui a échappé. En complétant ainsi, nous arrivons aux trois zones que nous avons constatées normalement dans les Pyrénées: zone carburée supérieure, zone schisto-calcaire, zone carburée inférieure, le tout représentant le silurien proprement dit. Leymerie a été mal inspiré plus tard en attribuant les calschistes en dalles au dévonien inférieur, ce qui l'a amené à n'admettre qu'une seule zone de schistes carburés appartenant, d'après lui, au silurien supérieur.

(2) La grauweeke est du houiller à calamites; les calcaires rubanés et les dolomies de la Penna Blanca sont, à notre avis, sur l'horizon du silurien moyen, ainsi que nous chercherons à l'établir en étudiant la vallée de la Pique.

Pour Leymerie le granite de la Maladetta n'est pas venu par failles, mais il a été « soulevé à l'état solide avec les terrains de transition qu'il supportait. » Au contraire, le granite d'Oo et de Clarabide aurait « poussé violemment » celui des Monts-Maudits (1).

Les granites de Luchon et de Saint-Béat, quoique différents, sont aussi regardés comme éruptifs.

En somme, Leymerie distingue dans la Haute-Garonne trois sortes de granite :

- 1° Granite vif, à grains normaux — *passif* — Maladetta.
- 2° Granite porphyroïde de la crête — *actif* — Oo, Crabioules.
- 3° Granite protéique (2) — *actif* — Luchon, Saint-Béat.

Bourjot.

1854. — Note sur les terrains de transition des Basses-Pyrénées (B. S. G., 2^e série, t. XII).

En 1854, Bourjot étudie spécialement les terrains paléozoïques de la vallée d'Ossau. Il a trouvé près des Eaux-Bonnes la succession suivante en partant des assises les plus anciennes :

(1) Ma manière de voir diffère sensiblement de celle de Leymerie. J'admets, avec cet éminent géologue, que le granite d'Oo est *actif* par rapport aux terrains ambiants, et que celui de la Maladetta est *passif*, mais tous les deux, bien que leurs relations soient différentes, me paraissent appartenir à un même épanchement interne. Remarquons d'abord que dans le granite de la Maladetta on trouve quelques parties porphyroïdes, en outre, que le fond de la roche est le même ; de sorte que les deux roches sont, lithologiquement, à peu près identiques. D'autre part, il y a englobement de schistes cristallins, non seulement dans la région d'Oo, mais encore sur la lisière des monts Maudits et particulièrement dans les montagnes de Viella (vallée d'Aran). Aussi pensons-nous que les deux granites sont venus à la même époque, c'est-à-dire postérieurement aux schistes cristallins dont ils empaient les fragments ; tous deux étaient alors *éruptifs et actifs* ; plus tard, le granite de la Maladetta déjà solide a été amené à la surface au contact des calcaires cristallins ; il était alors à l'état *passif*.

Nous avons déjà insisté et nous insisterons encore sur cette distinction qui nous paraît capitale et qui, pour avoir été négligée, a conduit aux interprétations les plus diverses : l'*intrusion* purement mécanique, à l'état solide, d'une roche au sein d'une formation, peut avoir eu lieu longtemps après son *épanchement* à l'état pâteux.

D'autre part, contrairement à Leymerie, nous admettons que le granite de la Maladetta est venu par faille, nous basant sur ce que la zone de contact est jalonnée par des filons métallifères et des apports hydro-thermaux.

(2) Le granite protéique n'est autre que du gneiss modifié par des injections de granite et surtout de pegmatite ; dans ce dernier cas, il passe parfois au gneiss granulitique.

4° Talschistes ; 2° Schistes argileux ou ardoisiers ; 3° Grès lustré ; 4° Schistes siliceux ; 5° Calcaires.

« Les phyllades lustrés attribués à la faune primordiale font ici » défaut ; les quartzites, les ardoises doivent être attribués à la faune » seconde ; les schistes siliceux et les calcaires à la faune troisième » et au dévonien. » Il signale, dans les ardoisières de Laruns et d'Aas, un Phacops et des traces d'annélides ; au-dessus des ardoises sont des schistes siliceux se débitant en grosses dalles polyédriques et riches en orthis (pour lui, dévoniens) ; puis viendrait le calcaire dévonien du sommet du pic du Ger à fossiles divers.

A ce propos, M. Hébert fait observer qu'il y a là quelques témoins de la faune troisième, peu de la faune seconde, absolument rien de la faune première.

De Verneuil, après avoir rappelé que c'est le berger Sacaze qui a recueilli les fossiles dont parle Bourjot, donne la détermination de ces fossiles, pour lui caractéristiques, appartenant au dévonien inférieur :

Pleurodictyum problematicum, *Cyathophyllum turbinatum*, *Favosites*, *Terebratula reticularis*, *Terebratula sub-Wilsoni*, *Spirifer paradoxus*, *Orthis striatula*, *Orthis hipparionix*. Il inclinerait à mettre dans le silurien les ardoises à myrianites et à encrines de Laruns.

D'autre part, Barrande est d'avis que rien ne prouve l'existence du silurien dans la vallée d'Ossau ; peut-être l'étage dévonien repose-t-il directement sur les massifs primordiaux.

Mussy.

1858. — Description de la constitution géologique et des ressources minérales du canton de Vicdessos et spécialement de la mine de Rancié (Annales des mines, t. XIV).

1864. — Note sur les gîtes métallifères de l'arrondissement de Saint-Girons (Bulletin de la Société de l'industrie minérale, t. IX, 2° et 3° livraisons, Saint-Etienne).

Dans un travail à la fois minier et géologique, M. Mussy étudie la vallée de Vicdessos et plus particulièrement la mine de Rancié ; le calcaire cristallin de Charpentier est classé dans le jurassique, comme l'avait déjà fait Dufrénoy.

Dans un autre, destiné plus spécialement au Saint-Gironnais, il donne un aperçu des terrains constituant le pays. Il a reconnu que le versant sud de la vallée de Riverenert est composé de schistes noirs pyriteux, tandis que le versant nord relève du dévonien. D'après lui, il y aurait discordance entre le dévonien et le silurien. Le lias, reposant entre Foix et Saint-Girons sur les marnes irisées gypseuses, est attribué au crétacé inférieur.

De Verneuil et Keyserling.

1861. — Coupe du versant méridional des Pyrénées (B. S. G., 2^e série, XVIII).

Ces deux géologues ont donné une coupe de la vallée de la Noguera Pallaresa, portant surtout sur les terrains secondaires et tertiaires. Toutefois, ils signalent des schistes paléozoïques dans la haute vallée entre Esterri et Rialp ; près de Sort, du calcaire dévonien (?) à encrines ; plus bas sont les gypses, cagneules et conglomérats triasiques.

Ils constatent que les schistes argileux coupés entre Bossost et Viella sont percés « de la manière la plus nette » par des granites à mica blanc (pegmatites) qui diffèrent du granite à petits éléments de la chaîne principale.

Deux coupes figurent dans cette note : l'une entre Esterri et Montsec, l'autre entre Vénasque et Bénavarre.

Leymerie.

1861. — Notice géologique sur Amélie-les-Bains. — Actes de la Société Linnéenne de Bordeaux (t. XXIII, p. 44).

1863. — Esquisse géologique de la vallée de l'Ariège (B. S. G., 2^e série, XX, p. 345).

1865. — Sur l'ophite des Pyrénées (C. R., t. XI, p. 1105).

1866. — Esquisse géognostique de la vallée d'Aspe (Ac. des sciences de Toulouse, 6^e série, IV, p. 100).

1862. — Réunion extraordinaire de la Société géologique de France à Saint-Gaudens (B. S. G., 2^e série, t. XIX).

Leymerie, pendant ce temps, publiait plusieurs monographies, l'une sur Amélie-les-Bains, une autre sur la vallée d'Aspe, une aussi sur la vallée de l'Ariège. Nous ne nous occuperons ici que de la dernière qui, seule, rentre dans le cadre de nos études.

Dans ce mémoire intéressant, l'auteur décrit, avec cette élégante simplicité qu'on retrouve dans toutes ses œuvres, la vallée de l'Ariège depuis son origine jusqu'à son arrivée dans la plaine. Il attribue aux schistes de transition la zone de Puy-morens et du Pont-Cerda ; entre Pont-Cerda et Ax, tout est pour lui du terrain granitique ou plutôt du granite-gneiss traversé par des filons de pegmatite ; quant à la bande schisto-calcaire de Mérens, déjà signalée par François et Dufrénoy, elle lui a échappé. Il reconnaît que la station thermale d'Ax est située dans les mêmes conditions géologiques que Bagnères-de-Luchon (4).

(4) Seignette suivra son exemple ; pour nous, c'est là du terrain archéen métamorphique, analogue aux schistes de Saint-Lô modifiés.

Au-dessus des granites d'Ax, il trouve des schistes cristallins, micacés ou maclifères, qu'il attribue au terrain cristallophyllien ; le véritable terrain de transition ne commencerait, pour lui, qu'aux environs de Vaychis, où il est représenté par des schistes argileux peu modifiés, riches en pyrite ; toutefois, il ne se prononce pas sur leur âge (1).

Leymerie n'a pas remarqué les divers horizons géologiques qui se dessinent si bien le long de la vallée : il n'a pas vu les schistes siliceux du Castelet, les schistes carburés supérieurs d'Unac, le calcaire métallifère de Luzenac ; pour lui, les schistes de cette dernière localité, ceux de Vaychis et de Garanou, sont du même niveau.

En revanche, il a reconnu le dévonien de Lordat, qu'il compare à celui de Cierp. Le calcaire métallifère des Cabannes n'est pour lui qu'un « filon déchaussé. » Il attribue, avec François, les gîtes ferrugineux de la vallée et les imprégnations d'oligiste qui accompagnent l'ophite, à des émanations se rattachant à la venue de cette roche éruptive. Les ophites de Vèbre et de Lordat sont décrites avec soin.

Dans une excursion faite aux environs de Luchon, lors de la réunion extraordinaire de la Société géologique à Saint-Gaudens en 1862, Leymerie compare (p. 47) le massif granitique de Burbe à « un » typhon qui a crevé et relevé, de part et d'autre, les schistes gneissiques et les phyllades cristallins qui constituent, dans cette région, la base du silurien (2). » Il ajoute, plus loin : « Ce typhon granitique de Luchon a dû faire éruption à l'état de fusion, au moins à l'état pâteux, car on voit partout les roches qui le composent pénétrer dans les terrains schisteux, s'y incorporer de toutes manières, et, enfin, y former, à une certaine distance du contact, des filons

(1) C'est là l'horizon des schistes carburés inférieurs, que nous rapporterons à la base du silurien moyen ; il est sous-jacent à celui du calcaire métallifère.

(2) Leymerie donne au granite (et aussi à l'ophite) un rôle essentiellement actif qu'il est loin de posséder. Rappelons d'abord que ce terrain granitique n'est pas, à proprement parler, du granite, mais bien du gneiss lardé par des filons de granite et surtout de pegmatite. Il est, dès lors, difficile de comprendre que cette masse strato-cristalline ait pu avoir un rôle éruptif aussi violent. A notre avis, ce n'est que bien longtemps après leur consolidation et après recouvrement par une épaisse couche de schistes cristallins, que le granite et le gneiss ont été poussés à la surface, comme à travers les lèvres d'une boutonnière, par d'énergiques refoulements latéraux. Le granite de Burbe est donc essentiellement *passif*, en sorte que les dislocations, les ruptures éprouvées par les phyllades résultent, non de l'action directe de cette roche cristalline, mais des mouvements du sol qui ont fait apparaître le granite à la surface.

» dont la richesse en feldspath paraît diminuer à mesure que la distance augmente (4). »

A propos de l'excursion dans les vallées du Larboust et d'Oueil (p. 49), il signale comme se succédant au-dessus du terrain granitique les assises suivantes :

1° Phyllades gneissiques, de couleur brunâtre ;

2° Schistes satinés, de couleur claire ;

3° Schistes carburés de Gourom ;

4° Calcaire gris du Larboust avec schistes gris passant à l'ardoise.

Les deux premières assises relèvent, pour lui, du cambrien (silurien inférieur), les deux autres du silurien supérieur (2).

Dans la note insérée au bas de cette page, nous expliquons par suite de quelle confusion Leymerie a été amené à attribuer tous les schistes carburés au silurien supérieur et les couches sous-jacentes au cambrien. Sans vouloir anticiper sur cette question, disons que, pour nous, la série est la suivante :

Phyllades gneissiques,	} Archéen ;
Schistes satinés,	

Schiste carburés de Gourom (zone carburée inférieure) : base du silurien moyen.

(1) Leymerie fait allusion ici aux veinules pétrosiliceuses qui traversent les phyllades gneissiques et les schistes rubanés, veinules tellement multipliées parfois, qu'elles forment, avec les schistes-argileux ou plutôt les phyllades, de véritables roches (schistes euritiques ou pétrosiliceux). Pour Leymerie, ces veinules sont des filonnets d'éurite intercalés entre les couches ; elles constituent, en quelque sorte, comme des apophyses lointaines des pegmatites. Nous croyons, vu leur régularité, que ce sont plutôt des dépôts cristallins, de véritables couches dont les matériaux auraient été empruntés en partie à des éruptions sous-marines de roches granitiques.

(2) Cette série, qui se dégage du compte-rendu de l'excursion, est vraie, réserve faite des attributions chronologiques. Toutefois, je dois faire à ce sujet une remarque importante : c'est que les schistes carburés de Gourom, malgré leur similitude, ne sont pas sur le niveau de ceux qui, à Cazaril et à Trébons, renferment des orthocères ; la première zone est bien inférieure à la seconde, qui relève du silurien supérieur et en est séparée par un système schisto-calcaire. La bande inférieure, celle de Gourom, va en s'atténuant sur la rive gauche de l'Arboust, où on la voit entre les phyllades satinés et le calcaire à *Echinosphærites* (*balticus*?), qui représente, réduit à l'élément calcaire, la zone schisto-calcaire située en aval de Trébons ; quant à la bande supérieure, celle de Cazaril, elle descend sur la route au pont de Trébons, file, de là, sur Castillon de Larboust, d'où elle gagne, par un coude marqué, le vallon de Médassoles et d'Esquierry. C'est pour avoir confondu ces deux bandes que Leymerie en est venu à attribuer la troisième et la quatrième assise au silurien supérieur, et, par suite, les deux premières au silurien inférieur.

Calcaire (à *Echinosphærites*) avec schistes ardoisiers : silurien moyen ;

Schistes carburés de Cazaril et Trébons à orthocères (zone carburée supérieure) : silurien supérieur.

Leymerie signale ensuite les griottes dévoniennes de Saint-Paul d'Oueil et la grauwaacke noire silurienne de l'entrée du vallon (probablement de Sacourvielle, qui appartient réellement au silurien supérieur) ; il place au-dessus de cette grauwaacke des schistes et des calchistes, de couleur terne, un peu jaunâtres (nous voyons là l'équivalent des schistes à trilobites de Cathervielle, situés quelques kilomètres plus à l'ouest). Des quartzites couronnent le dévonien (ils relèvent du carbonifère).

Il attribue au silurien proprement dit la grauwaacke schisteuse à végétaux du Plan des Etangs, et les calcaires et dolomies de la région de la Maladetta (4).

A propos de l'excursion aux environs de Saint-Béat et dans le val d'Aran français, Leymerie donne une coupe analogue à celle de 1850, seulement il la prolonge vers le pic du Gar. Le calcaire de Saint-Béat, qui « se continue du côté oriental par les calcaires communs du Gar et de Cagire, » et qui, d'ailleurs, succède au trias, est mis par lui dans le jurassique (2) ; sa cristallinité s'expliquerait par « des actions » métamorphiques plus ou moins thermales qui auraient accompagné les éruptions ophitiques. Il signale la couseranite au contact de l'ophite sur les deux flancs de la montagne de Saint-Béat ; il indique aussi de petits filons, « probablement ophitiques, » traversant le calcaire marmoréen.

L'auteur donne ensuite quelques détails sur le pic du Gar, dont la surélévation serait liée à un soulèvement causé par le granite (3) : à la base, roches granitoïdes identiques à celles de Luchon ; au-dessus, viennent tour à tour des calcaires renfermant la faune de Marignac, du grès rouge, des calcaires jurassiques (4).

Leymerie décrit ensuite avec détail la montagne de Cierp et en

(1) La grauwaacke est reconnue aujourd'hui comme du houiller bien caractérisé ; quant aux calcaires et aux dolomies, nous les rattachons, avec Leymerie, au silurien, mais à la partie moyenne de cet étage. D'autres y verront du cambrien ou du carbonifère.

(2) Plus tard, Leymerie en fera un membre du terrain primitif.

(3) Le granite n'a été en rien dans le soulèvement du Gar, car il était consolidé bien avant le dépôt des terrains secondaires qui constituent le sommet de cette montagne : son rôle a été purement passif.

(4) Quelques années plus tard, on découvrira que les escarpements terminaux du Gar dépendent du crétacé inférieur.

donne une coupe panoramique ; à ce propos, il étudie la constitution du « magma » et signale des schistes noirs, probablement siluriens, injectés par une roche ophitique qui est sur le prolongement de celle de Lez.

Plus loin, Leymerie donne une coupe générale des Pyrénées centrales (p. 74). Le granite du Néthou « semble, dit-il, avoir surgi à » l'état solide avec le silurien supérieur qui se trouve immédiatement » plaqué contre lui, sans aucune liaison. » Il attribue les calcaires rubanés (Barégiens) au silurien supérieur. L'allure générale des couches est presque toujours bien représentée.

Hébert.

1862. — Réunion extraordinaire de la Société géologique à Saint-Gaudens (B. S. G., 2^e série, t. XIX.)

À la même occasion, M. Hébert donnait (p. 54) un compte rendu de l'excursion au port de Vénasque, qu'il avait dirigée.

Au-delà de l'Hospice, « le terrain change de nature ; ce ne sont » plus des calcschistes ou des schistes carburés, mais de véritables » schistes ardoisiers, feuilletés d'abord, puis compacts et pénétrés de » filons de quartz de plus en plus nombreux. » Ces phyllades à filons de quartz rappellent à M. Hébert, de la façon la plus frappante « les » roches de Laifons sur la Meuse, et de Spa, aussi-bien que celles des » ponts de Cé, près d'Angers, qui forment la base des ardoises à tri- » lobites. » La même opinion fut exprimée par M. Stéwart, qui avait étudié le *système ardoisier* de Dumont aux environs de Spa (1). Au-delà du port, de nouveau schistes carburés, puis, à leur *partie supérieure*, des calcaires gris et veinés de blanc, quelquefois dolomitiques (2) ; au port de la Picade, schistes carburés *recouverts* par une assise de calcaire en partie rubané par des *strates* siliceux euritiques (3).

(1) Mes observations confirment ce rapprochement, qui est particulièrement intéressant ; aussi, je rattache au cambrien ces schistes ardoisiers inférieurs.

(2) M. Hébert a bien indiqué les relations des schistes carburés de la Picade en disant qu'ils sont recouverts par le calcaire (ce sont nos schistes carburés inférieurs recouverts par les calcaires du silurien moyen).

(3) Contrairement à Leymerie, M. Hébert regarde les rubans siliceux ou pétrosiliceux des calcaires non comme des filons, mais comme des strates, ce qui corrobore la manière de voir que nous avons exprimée précédemment.

Noguès.

1863. — Note sur les sédiments inférieurs et les terrains cristallins des Pyrénées-Orientales (B. S. G., 2^e série, XX, 703).

M. Noguès a étudié les plus anciens dépôts des Pyrénées-Orientales. Il y a reconnu plusieurs variétés de granite : les unes constituant le sol fondamental (c'est le granite-gneiss des géologues actuels), les autres ayant percé à travers les granites anciens et disloqué les terrains sédimentaires. Nous admettons pleinement l'opinion de M. Noguès ; toutefois, les dislocations ne nous paraissent pas directement imputables au granite.

Virlet.

1864. — Ophites de Pouzat et des environs de Bagnères (B. S. G., 2^e série, XXII).

Dans une note relative à l'ophite, Virlet d'Aoust considère cette roche comme un sédiment métamorphique appartenant au trias et y représentant, avec les masses gypseuses et salifères, l'horizon du muschelkelk.

Il signale, entre Saint-Girons et Lescure, l'ophite en bancs bien stratifiés paraissant reposer sur le grès bigarré et divers gîtes ophitiques dessinant deux ou trois lignes d'affleurement parallèles à la chaîne. Virlet a, d'ailleurs, confondu sous le nom d'ophite des roches différentes, et comme âge, et comme nature minéralogique.

Les théories de ce géologue seront reprises plus tard par MM. Garrigou, Magnan et Dieulafait (1).

Garrigou.

1864. — Garrigou et Martin. — Etude géologique sur les eaux d'Aix (C. R. 1864).
1865. — Garrigou. — Aperçu géologique sur le bassin de l'Ariège (B. S. G., 2^e série, t. XXII, p. 476).

Antérieurement à M. Garrigou, la vallée de l'Ariège avait été l'objet d'intéressantes monographies de la part de l'ingénieur François et de Leymerie.

En 1864, M. Garrigou publiait, en collaboration avec l'ingénieur Martin, une étude géologique sur les eaux d'Aix. En 1865, le premier

(1) Plus exactement les ophites occupent, notamment dans le Saint-Gironnais, l'horizon du Keuper. Toutefois, nous nous refusons à y voir des sédiments métamorphiques disposés en bancs réguliers.

géologue revient sur ce sujet, mais en étendant ses observations sur l'ensemble de la vallée de l'Ariège.

L'auteur suit la vallée depuis son origine jusqu'à son débouché dans la plaine; la zone de Mérens et de Naguille est désignée sous le nom de schistes talqueux (1). Dans la coupe comprise entre Axiat et Luzenac, le dévonien est considérablement augmenté au détriment du silurien; le calcaire métallifère est considéré à tort comme reposant sur les schistes ardoisiers supérieurs d'Unac et de Luzenac (2). A l'exemple de François et de M. Mussy, et contrairement à M. Hébert, il place tous les schistes maclifères dans le silurien inférieur, ce qui n'est pas absolument vrai, car dans la Haute-Garonne (à Cazaril, à Esquierry) ils font partie du silurien supérieur fossilifère.

Pour ce géologue, la série infra-dévonienne est constituée ainsi qu'il suit :

1° *Silurien supérieur*. — Ferrifère et fossilifère;

2° *Silurien inférieur*. — Schistes ardoisiers, reposant sur des schistes alumineux; quartzites, maclines.

3° *Laurentien*. — Série énorme de granites, calcaires, schistes, couches feldspathiques et amphiboliques, roches *toutes stratifiées et alternantes* (3).

Il admet la stratification des granites et le passage de cette roche au gneiss, du gneiss au micaschiste, du micaschiste au schiste argileux (4).

Constatons néanmoins qu'on trouve dans cet ouvrage nombre de détails intéressants, et que les descriptions y sont généralement fidèles. M. Garrigou a le mérite d'avoir, le premier, appelé l'attention sur une zone de schistes quartzeux rubanés, inférieurs aux schistes alumineux efflorescents, zone d'une remarquable continuité dans la vallée de l'Ariège, que nous retrouverons, avec des caractères un peu

(1) Cette zone, pour lui laurentienne, n'est autre que du terrain paléozoïque surélevé, ainsi que l'ingénieur François l'avait déjà reconnu.

(2) C'est, en effet, le contraire qui a lieu; c'est par suite de cette erreur stratigraphique que M. Garrigou attribuera plus tard au dévonien ce calcaire qui, pour nous, est plus ancien que le silurien supérieur fossilifère.

(3) Le laurentien de Garrigou correspond, partie au terrain primitif, partie aux terrains primaires les plus anciens.

(4) Les vues de M. Garrigou ne sont nullement les nôtres, surtout en ce qui concerne l'étage inférieur.

D'autre part, d'accord avec la grande majorité des géologues, nous n'admettons ni la stratification des granites, ni leur passage graduel à des schistes argileux, ni leur alternance avec les terrains stratifiés. Nous aurons l'occasion de revenir plus loin sur ces importantes questions à propos d'autres travaux du même géologue.

différents, dans toute l'étendue des Pyrénées centrales. Ces schistes quartzeux représenteront pour nous le Cambrien.

De Mercey.

1866. — Note sur un gisement de dévonien inférieur au col d'Aubisque. (B. S. G., 2^e série, XXIII.)

En 1866, M. de Mercey signalait au col d'Aubisque (Basses-Pyrénées), sur les indications du berger Sacaze, une faunule relevant du dévonien inférieur : des térébratules (*Terebratula Archiaci*, *T. sub-Wilsoni*, *T. Ezquerra*), des spirifères (*Spirifer subspectosus*, *S. Pellico*, *S. macropterus*), des orthis (*Orthis Beaumonti*), des leptæna (*Leptæna Murchisoni*), des polypiers (*Cyathophyllum*), etc. ; le tout contenu dans des schistes argileux.

Jacquot.

1866. — Sur la non-existence de la houille dans les Basses-Pyrénées. (B. S. G., 2^e série, XXIII.)

M. Jacquot nie l'existence de la houille dans les Basses-Pyrénées ; ce qu'on a pris pour de la houille n'est que de l'anthracite dévonienne. Il n'en vient pas toutefois à conclure qu'on ne trouvera pas ce terrain dans la chaîne des Pyrénées.

A ce propos, M. Hébert déclare avoir recueilli à Cierp, entre les calcaires à goniatites du dévonien supérieur et les grès rouges, des nodules noirs paraissant appartenir à des fruits.

Hébert.

1867. — Terrain crétacé des Pyrénées (1^{re} partie) (B. S. G., 2^e série, t. XXIV).

Bien que le terrain crétacé sorte des limites de notre travail, nous ne saurions passer sous silence l'important mémoire que M. Hébert nous a laissé sur ce sujet. Nous y trouvons, en effet, des observations d'ordre général dont nous ferons notre profit.

Tout d'abord, à propos de l'ophite de Lortet (vallée de la Neste), nous constatons une remarque susceptible d'une large application, à savoir que les perturbations éprouvées sur ce point par le calcaire néocomien ne sont pas le fait de l'ophite elle-même et ne prouvent nullement, vu l'absence de toute injection, la postériorité de cette roche éruptive. (Ceci nous montre de quelle importance il est de distinguer dans une roche éruptive le moment de son *épanchement* ou si l'on veut de son éruption, de celui où elle a été poussée, mécani-

quement et déjà consolidée, au sein de roches qui, primitivement, n'avaient avec elles aucun rapport. C'est là ce qu'on pourrait appeler le moment de l'*intrusion*; il peut être séparé de l'autre par une large période.) (1).

Dans ses coupes sur la région de Miramont, M. Hébert nous montre une particularité stratigraphique fort curieuse : c'est la présence dans le terrain secondaire de nombreux conglomérats étagés à plusieurs niveaux entre le néocomien et le lias moyen. Dans l'un deux, qui appartient à ce dernier horizon et qui d'ailleurs lithologiquement ne se distingue pas des autres, M. Hébert a constaté la présence de blocs roulés d'ophite. Cette découverte fournit une limite supérieure pour fixer l'âge de cette roche éruptive.

La vallée du Ger, vers Hennemorte, donne lieu à une coupe intéressante, montrant de combien de difficultés est hérissée la géologie pyrénéenne. On voit là, juxtaposés de la façon la plus singulière, et avec les enchevêtrements les plus compliqués, divers terrains secondaires ou paléozoïques; parmi eux le Corallien à nérinées, analogue à celui de Bize-Nistos. M. Hébert y découvre aussi l'*Exogyra virgula*, dénotant le Kimmeridgien; c'est la première fois que ce terrain a été constaté dans les Pyrénées, et il n'a été jusqu'ici trouvé que sur ce point. Ces contacts anormaux, M. Hébert les explique en faisant intervenir des failles au nombre de quatre. « L'imagination, dit-il, a peine » à concevoir de pareilles perturbations. Il a fallu qu'une épaisseur » considérable de couches à peu près horizontales, depuis le silurien » jusqu'au crétacé, ait été découpée en tranches verticales, comme

(1) C'est pour n'avoir pas distingué ces deux phases que la question de l'ophite a, d'après moi, soulevé tant de controverses; suivant que la roche venait poindre en tel ou tel terrain, on lui attribuait un âge différent: c'est de cette façon que certains géologues ont admis des ophites jurassiques, des ophites crétacées, des ophites tertiaires. Il faudrait évidemment s'attendre à trouver des différences lithologiques dans des ophites d'âge si différent; or, on n'a constaté à cet égard aucun caractère différentiel, de sorte qu'une ophite dite tertiaire est en tout point semblable à une ophite triasique, à condition toutefois que l'on compare non deux échantillons isolés, mais les diverses variétés de deux gisements. On peut même s'assurer alors qu'il y a souvent plus de différence entre des échantillons pris en divers points d'un même gisement, qu'entre des échantillons venant de gisements différents.

La même observation peut s'appliquer aux roches internes de tout ordre et notamment aux granites; nous croyons que de ce qu'un granite, comme celui d'Artias par exemple, est venu au contact du calcaire silurien, on ne doit pas en conclure qu'il est postérieur à ce calcaire. Dans le cas même où les roches ambiantes sont modifiées, ces modifications peuvent être le fait non du granite, mais des actions mécaniques qui ont amené son intrusion au sein de terrains plus récents.

» par une sorte de *lamination* à grandes parties ; les pressions latérales ont écrasé ces tranches les unes contre les autres, les ont fait glisser obliquement, de façon que quelques-unes ont pu disparaître dans les profondeurs, etc. ; puis les grandes dénudations, soit à la fin de la période crétacée, soit au milieu de la période tertiaire, soit pendant la période quaternaire, ont façonné le relief extérieur. »

Constatons enfin l'assimilation du calcaire cristallin de Lacus et de Portet à celui de Saint-Béat et de Cagire.

Capellini.

1867. — *Fossili infraliasici*, p. 97.

Ce géologue italien reconnaissait, en 1862, l'existence de l'infralias dans les Pyrénées et mettait sur cet horizon le marbre de Saint-Béat. M. Dieulafait se rapprochera beaucoup de cette manière de voir en rattachant ce même calcaire au lias inférieur (1).

Garrigou.

1867. — Etude du terrain stratifié dit Laurentien ou Antésilurien dans l'Ariège et les autres parties des Pyrénées (B. S. C., 2^e année, t. XXV, p. 97).

1867. — Nouvelles notes sur le laurentien de l'Ariège (réponse à quelques objections de MM. Marcou et Hébert). (B. S. G., 2^e série, XXV, 436.)

1869. — Terrains laurentiens du versant sud des Pyrénées (Bulletin de la Société Ramond, 1869, p. 47).

1867. — Considérations générales sur l'étude des eaux minérales. — Géologie de la station thermale d'Aix. (B. S. G.)

1867. — Sur les ophites des Pyrénées. — Mémoires de l'Académie des sciences de Toulouse, 1867.

M. Garrigou admet dans les Pyrénées (environs d'Aix, Mercus, environs de Luchon, Pic du Midi) l'existence de terrains *intra-granitiques* stratifiés, analogues à ceux du Canada, mais sans fossiles. Il donne, à ce propos, une coupe très détaillée de la région comprise entre Aix et le lac de Naguille. La description est généralement très fidèle, mais l'auteur semble avoir méconnu souvent les rapports des divers terrains (2).

(1) Cette légère divergence s'explique aisément par l'union étroite qui existe, dans les Pyrénées, entre les calcaires de l'infralias et ceux tenant la place du lias inférieur : nous ne sommes pas éloignés de croire que le calcaire marmoréen de Saint-Béat résulte de la réunion de ces deux niveaux.

(2) Le granite bordant le lac vers le sud n'est pas fondamental, comme le veut

Au-dessous du silurien proprement dit, M. Garrigou, se basant sur l'examen des directions, place successivement :

- 1° Le Cambrien, avec alternances de granites et de schistes ;
- 2° Le Laurentien, avec alternances de schistes, calcaires, gneiss ;
- 3° Le granite fondamental.

Quoiqu'il y ait beaucoup à dire sur les opinions de M. Garrigou, la science lui doit d'avoir reconnu que la plupart des granites des Pyrénées, regardés généralement comme éruptifs, étaient stratifiés et représentaient des intercalations calcaires. Il a donc agrandi la part du terrain primitif (1).

L'auteur étudie le Laurentien dans la région d'Aix (2), aux environs de Tarascon, où il décrit les calcaires primitifs déjà connus d'Arignac et de Mérens, dans lesquels il croit trouver l'Eozoon ; au port d'Oo, où Charpentier avait déjà indiqué des calcaires primitifs intra-granitiques ; il retrouve le Laurentien dans la région de Barèges et du Pic du Midi (3) ; les Basses-Pyrénées donnent matière aussi à quelques observations.

Quoique le terrain laurentien soit l'objet essentiel de ce travail, M. Garrigou s'occupe des terrains qui le surmontent ; d'après lui, la succession du haut vers le bas s'établit de la façon suivante :

1° *Silurien supérieur*, composé d'alternances de schistes argileux, de brèches et de puissantes assises calcaires ; les principaux gîtes de minerais de fer de l'Ariège sont enclavés entre les couches calcaires de cette partie supérieure du silurien (4) ; cet étage affecte, dans l'Ariège, la direction E. 35° N.

2° *Silurien inférieur*. — Ardoisier en haut et presque sans calcaire ; il renferme des schistes alumineux efflorescents ; il devient quartzeux, passe au micaschiste, au gneiss, au granite lui-même avec lequel il alterne. Direction O. 42° N. (5).

M. Garrigou, mais d'intrusion. D'autre part, il est complètement inadmissible que les calcaires intra-granitiques situés au-dessus de la cascade d'Orlu, soient moins anciens que le calcaire du lac qui, par ses relations, s'indique comme silurien.

(1) Il est regrettable, toutefois, que l'auteur soit allé trop loin dans cette voie en étendant à tous les granites ce qui ne s'applique qu'à un certain nombre.

(2) Lors de notre description détaillée du bassin de la Haute-Ariège, nous montrerons combien diffère à ce sujet notre manière de voir.

(3) Dans cette région, le laurentien de M. Garrigou n'est très souvent que du cambrien ou même du silurien fossilifère.

(4) Les calcaires dont il est ici question se rapportent, d'après moi, au silurien moyen ; plus tard, M. Garrigou regardera comme dévonien ce calcaire métallifère.

(5) La succession est généralement exacte. Les schistes efflorescents et les schistes quartzeux correspondent, à mon avis, au silurien inférieur (cambrien) ; mais les

3° *Cambrien*. — Formé aussi de granites stratifiés et de diverses alternances schisteuses ou calcaires. Etage séparé du précédent par sa direction. Direction O. 40° N.

4° *Laurentien*. — Formé d'alternances calcaires et granitiques mêlées de roches feldspathiques. Direction entre E-O. et E. 20° N. (4).

Le travail de M. Garrigou ne fut pas accepté sans discussion.

Cherchant à répondre à quelques objections de MM. Marcou et Hébert, de ce dernier notamment, pour lequel « la question abordée par M. Garrigou n'était pas claire dans ses résultats (2), » l'auteur publie une note complémentaire sur le laurentien de l'Ariège. Nous y trouvons nettement exprimée son opinion sur l'origine des granites et des ophites. « Il est depuis longtemps convaincu, dit-il, que les » granites, les ophites et la plupart des roches amphiboliques se sont » produits dans des mers à température élevée, aux dépens de terrains préexistants ou par voie de formation nouvelle. Ce sont pour » nous, dit-il encore, des roches de dépôt. » Ainsi, M. Garrigou proscriit, pour ces roches, toute origine interne; mais, comme dans bien des cas ces roches sont transverses par rapport aux autres terrains, l'auteur se ménage une retraite en disant que « elles ont pu, dans des » conditions données, subir une élévation de température, entrer » même en fusion et arriver, sous cet état secondaire, à la surface du » globe où on a pu leur attribuer une fausse origine. » Cette manière de voir, qui est une variante de la théorie allemande de Bunsen, a contre elle des faits dont elle ne saurait rendre compte.

micaschistes, les gneiss des environs d'Aix paraissent de l'archéen métamorphique. D'un autre côté, les passages des schistes au granite n'existent nullement, et les prétendues alternances de roches granitiques ne sont autre chose que des filons de granite s'étant épanchés parallèlement aux plans de stratification des couches.

(1) Même remarque sur le cambrien et le laurentien qui, pour nous, ne sont autre chose que le terrain primitif; sauf le granite fondamental qui, ici, ne se montre pas, tous les granites sont éruptifs et peuvent se trouver indifféremment dans le laurentien et le cambrien. Comme nous l'avons déjà dit, plusieurs de ces calcaires, dits laurentiens, celui de Naguille par exemple, sont d'époque beaucoup plus récente.

(2) Il y a, en effet, beaucoup à redire sur la nature du granite et sur le mode de groupement des assises. D'une part, il existe évidemment des granites stratifiés (granite-gneiss), et M. Garrigou a eu le mérite de mettre ce fait en évidence; mais tout n'est pas stratifié, pas plus la pegmatite que le granite du fond du lac de Naguille qui est loin d'être fondamental.

L'ordre de succession vers Naguille m'a paru complètement inexact: le gneiss d'Orlu et le calcaire qu'on trouve sur le chemin du lac appartiennent, sans aucun doute, au terrain laurentien (terrain primitif); mais les calcaires et autres roches du lac sont plus récents et relèvent en partie de la période silurienne.

Plus tard, le même auteur publie une nouvelle note sur le laurentien : il s'y occupe uniquement de la bande strato-cristalline comprise entre Ax et la Cerdagne espagnole.

Il rappelle d'abord que le silurien inférieur, le cambrien, le laurentien sont séparés par des discordances de stratification, et que le tout paraît avoir été formé par *voie métamorphique* dans un terrain de dépôt.

Il distingue six zones du nord au sud. Ce sont :

- 1^o Bande d'Ax à Mérens — granites stratifiés ;
- 2^o Bande de Mérens — première bande de schistes, calcaires, roches feldspathiques ;
- 3^o Bande de Mérens à l'Hospitalet — granites stratifiés ;
- 4^o Bande de l'Hospitalet à Porté — deuxième bande de schistes : schistes argilo-ferrugineux passant au gneiss et au micaschiste ;
- 5^o Bande de Porté à Quez — granite des Escaldas et de Las Caldas (Andorre) ;
- 6^o Bande de Quez à Ur — schistes argilo-ferrugineux de la Cerdagne.

Pour lui donc, « six alternances de bandes, soit de schiste et de calcaire, soit de granite passant les unes aux autres. » A ses yeux, la bande d'Ax à Mérens est la plus récente, celle de Quez à Ur la plus ancienne (1). A chaque bande de granite correspond, d'après l'auteur, une faille ayant donné issue à des sources thermales.

Il reconnaît qu'aux environs de la Seou-d'Urgel, le silurien inférieur reparait dans les mêmes conditions qu'aux environs d'Ax. Dans les schistes des environs de l'Hospitalet, l'auteur a découvert des empreintes végétales calamitoïdes (2).

Dans un travail sur Ax, l'auteur donne une coupe entre le Drazet et

(1) Cette manière de voir est totalement erronée, à mon avis ; pour M. Garrigou, les terrains situés au sud d'Ax sont disposés par ordre d'ancienneté croissante en marchant vers l'Andorre. Il n'en est rien, comme nous l'avons déjà dit : entre Ax et la Cerdagne espagnole, se trouvent deux dorsales de terrains primitifs appartenant, à peu de chose près, à la même zone, mais séparées entre elles par des dépôts de terrains plus récents, nettement stratifiés. Toutefois, la bande de Porté à Quez est constituée par du granite éruptif. Ainsi, la série n'est pas continue en marchant vers le sud ; mais il y a réapparition de terrains moins anciens, à la faveur de failles et de plissements.

(2) Je suis porté à y voir la continuation de la bande qui passe à la base nord de la Maladetta ; du reste, les conditions géologiques sont sensiblement les mêmes ; de part et d'autre, le terrain houiller forme un lambeau dans des masses siluriennes ; de part et d'autre également ces masses sont en contact, vers le sud, avec des granites massifs d'intrusion (Maladetta, pic de Font-Nègre).

cette station thermale ; il admet plusieurs discordances qui ne me semblent pas suffisamment établies, notamment la discordance en transgressivité du dévonien par rapport au silurien supérieur ; le calcaire métallifère est regardé aussi comme formant une enclave dans un pli du silurien inférieur ; aussi, dans une coupe passant par Luzenac, le regarde-t-il comme du dévonien (1).

Il distingue trois ordres de granite :

1° Granite fondamental (à mica noir, à grains fins), passant au micaschiste, au schiste argileux, au gneiss, par la seule influence des eaux thermo-minérales ;

2° Des granites métamorphiques, mais non plus fondamentaux, intercalés dans le silurien inférieur et le cambrien, provenant de schistes argileux modifiés par des actions hydro-thermales ;

3° Des granites postérieurs, à mica blanc, tourmalinifères, passant à la pegmatite et à la leptynite, toutes roches se reliant les unes aux autres et devant leur différence de structure à l'action inégale des eaux internes (2).

J'adopte pleinement ses idées à propos du métamorphisme produit par les granites à mica blanc (Granite à grandes parties, par opposition au granite à grain fin) sur le granite à mica noir et les schistes argileux : il observe, en effet, que lorsque le granite à mica blanc et le granite à mica noir sont en contact, il y a action réciproque : le granite à mica noir prend du mica blanc ; celui à mica blanc s'imprègne du mica noir. C'est un fait dont j'ai pu constater la réalité aux environs d'Ax, dans le voisinage du Pont d'Espagne ; il y aurait donc ici une action endomorphe et une action exomorphe. Quant aux schistes argileux, la modification porterait surtout sur une imbibition de silice.

M. Garrigou se livre ensuite à de savantes considérations sur les

(1) A part cette divergence, j'admets la succession comme il l'établit. Mais au-dessous des schistes quartzeux, il suppose des alternances de granite et de schistes argileux qui n'existent nullement, à notre avis, pas plus que de prétendus passages entre ces roches : aucun fait connu n'autorise à croire que les schistes argileux puissent se transformer, par la seule action des eaux minérales, en granite.

(2) Je partage les vues de l'auteur sur l'origine interne des roches à mica blanc, tout en leur refusant une parenté avec les filons concrétionnés ; mais je repousse absolument ses conclusions en ce qui concerne les autres granites ; son granite fondamental (celui, par exemple, de Font-Nègre) est un granite post-primitif, venu par faille. Quant à ses granites intercalés dans le laurentien, le cambrien, le silurien inférieur, ce sont, non des schistes argileux modifiés, mais de véritables filons ayant habituellement suivi, pour venir au jour, les lignes de plus faible résistances, c'est-à-dire le plan de séparation des couches, ce qui leur donne un faux air de roches stratifiées. Les passages qu'il invoque sont produits par des actions métamorphiques.

alignements, en appliquant les théories d'Elie de Beaumont; il arrive ainsi à des résultats qui ne nous semblent pas toujours justifiés.

Il montre ensuite la liaison des eaux minérales et des diverses fractures de l'écorce terrestre. Ayant eu l'occasion d'examiner un très grand nombre de sources minérales, il a été entraîné, et peut-être par cela même qu'il en faisait l'objet principal de ses études, à exagérer leur rôle en géologie : c'est aux eaux minérales d'Aix, plutôt qu'aux pegmatites et aux granites, que sont dues, d'après lui, les modifications que présentent les schistes. A son avis, pour que le granite eût exercé des modifications de ce genre, il aurait fallu que cette roche eût fait intrusion au sein de ces masses, ce qu'il ne peut admettre, car elle eût entraîné « des bouleversements énormes, inévitables, » déterminé la calcination du calcaire, etc. D'ailleurs, dit-il, le granite est une *roche stratifiée*; ce qui le prouve :

1° C'est la présence au sein du granite de schistes et de roches stratifiées parfaitement concordantes;

2° L'intercalation du calcaire dans le granite;

3° La stratification du granite;

4° Son passage insensible à des schistes.

Pour lui, le micaschiste, le granite et même le pegmatite proviendraient de sédiments modifiés par des sources thermales minéralisées.

Comme conséquence, il déduit l'âge des roches cristallines (pegmatite, granite) de leur intercalation dans les roches sédimentaires; méthode qu'à l'exemple de M. Virlet, il étendra aux ophites, et qui sera reprise plus tard par M. Dieulafait. Il distingue, par suite, plusieurs granites différents, de divers âges : 1° *Granites interstratifiés du silurien inférieur*; 2° *granites interstratifiés du laurentien*; 3° *granite fondamental*. — Les trois granites étant séparés les uns des autres par des schistes et des calcaires (4).

Pour les terrains paléozoïques, il a bien suivi les horizons, notamment celui des schistes quartzeux du Castelet. Toutefois, mes vues diffèrent des siennes, en ce qui concerne leur âge, surtout pour les calcaires métallifères et certains calcaires dits dévoniens, particulièrement le calcaire de Luzenac.

En somme, le travail de M. Garrigou est généralement d'une grande exactitude pour la partie descriptive. Il y aurait beaucoup à prendre si les déductions qu'il a tirées de ses recherches n'étaient en grande partie faussées par l'exagération qu'il donne aux phénomènes neptuniens et métamorphiques.

(4) Au cours de ce travail, nous reprendrons, pour les discuter en temps utile, les idées de M. Garrigou, qui sont loin d'être les nôtres.

Dans une note publiée en 1867 sur les ophites des Pyrénées, M. Garrigou regarde ces roches comme des sédiments modifiés par des actions hydro-thermales ; il leur refuse, par conséquent, toute origine éruptive et détermine leur âge d'après l'âge des terrains dans lesquels elles sont intercalées.

D'après ce géologue, l'origine sédimentaire de l'ophite est prouvée par :

- 1° La présence de galets roulés dans l'ophite ;
- 2° Son apparence stratifiée ;
- 3° Son passage insensible à des argiles et des calcaires ;
- 4° L'absence du cône de déjection.

M. Garrigou est obligé de reconnaître que quelquefois l'ophite a l'apparence d'une roche éruptive ; il suppose alors que ces sédiments ont été fondus jusqu'à une grande profondeur par l'action de la chaleur centrale, puis injectés dans les fentes et failles de l'écorce terrestre (1).

Garrigou et Martin.

1868. — Géologie de la station thermale de Luchon (B. S. G., 2^e série, XXV).

En 1868 M. Garrigou publiait, en collaboration avec l'ingénieur L. Martin, une note sur la géologie de Luchon. Avant d'entrer dans l'exposé des faits géologiques, il décrit, comme il l'a fait pour Ax, les faits orographiques qui trahissent l'action des divers soulèvements (2). Déjà Leymerie avait reconnu que Ax et Luchon étaient dans la même situation stratigraphique ; M. Garrigou développe cet ordre d'idées,

(1) Ces conclusions sont tout-à-fait opposées à notre manière de voir, et bien qu'elles aient été soutenues par MM. Virlet, Magnan, Dieulafait, elles ont contre elles la très grande majorité des géologues.

Les arguments relatifs à l'origine sédimentaire de l'ophite sont loin d'être concluants : d'abord, les galets roulés ne sont, le plus souvent, que de l'ophite en décomposition bolaire ; d'ailleurs, l'ophite peut avoir englobé, lors de son épanchement, des fragments empruntés aux roches voisines. D'autre part, l'apparence stratifiée n'est due, le plus souvent, qu'à la présence de plans de clivage affectant une disposition parallèle, parfois même à un simple remaniement superficiel de la roche éruptive. Les passages lithologiques invoqués par l'auteur, résultent d'actions métamorphiques endomorphes et exomorphes. Quant au cône de déjection, son absence n'a rien qui doive étonner si, au lieu de prêter à l'ophite une origine volcanique, on la considère comme une roche éruptive hydro-thermale.

(2) Cette partie du travail, comme toute celle relative aux soulèvements, consiste en rapprochements plus ou moins heureux qui ne nous semblent pas toujours justifiés.

en montrant que beaucoup de minéraux sont communs à ces deux stations thermales.

D'après ces deux auteurs, « la pegmatite ne paraît s'être formée » aux dépens des roches sédimentaires que là où une première modification, bien antérieure probablement à l'époque du dépôt, avait fait passer celles-ci à l'état de gneiss ou de micaschiste feldspathique. » Ils se basent sur de prétendus passages existant entre la pegmatite et le gneiss. Quand la pegmatite est dans les schistes argileux, ils reconnaissent qu'il n'y a pas de passage (1).

Nous partageons leur manière de voir sur les relations des sources thermales avec les roches traversées. « Les sources, est-il dit, sont » amenées au jour par une série de failles, et leur disposition à la » périphérie des îlots de pegmatite tient tout simplement à ce que les » schistes imperméables leur barrant le passage, les forcent à remonter à la surface et à émerger sur la ligne de contact. »

Les alternances de pegmatite et de gneiss et les passages entre ces deux roches signalés dans cette note à la carrière de Beauregard et à Saint-Mamet, ne sont que de simples apparences. Sur ces points les sédiments sont très riches en minéraux accidentels : citons l'hornblende fibreuse, la trémolite, l'asbeste, le grenat parfois en masse, le calcaire nacré, diverses pyrites.

Les auteurs passent ensuite à la région de Saint-Béat : ils regardent le calcaire marmoréen comme jurassique ; plus tard on en fera du carbonifère. Le système strato-cristallin de la base du Gar est étudié en détail ; ils y montrent des alternances de calcaire, de gneiss, de leptynite. Quant aux pegmatites qu'ils y font entrer, nous les regardons comme éruptives. Pour ces géologues, il n'y a, dans cet ensemble, « aucune roche éruptive (2), » mais tout est stratifié et représente un « terrain de sédiment métamorphisé. »

MM. Garrigou et Martin émettent, à propos du métamorphisme, des idées qui nous paraissent discutables : les phénomènes métamorphiques dont les environs de Luchon, de Saint-Béat, d'Aix, portent si profondément la trace, seraient dus à des actions remontant à diverses époques ; l'une d'elles « aurait déterminé, pendant ou peu après leur » dépôt dans des mers encore chaudes, la transformation des schistes

(1) A notre avis, il y a indépendance complète entre la pegmatite et les roches ambiantes ; dans le cas des gneiss et des micaschistes feldspathiques, les prétendus passages résultent d'actions endomorphiques et exomorphiques. Nous n'admettons nullement que la pegmatite soit un schiste modifié.

(2) Leymerie tombait dans un excès opposé en regardant le terrain granitique du pic du Gar comme éruptif.

» en gneiss et même en granite à mica noir..... Plus tard, peut-être
 » à l'époque du soulèvement de la Côte-d'Or, des sources thermales
 » auraient développé des amphiboles dans les calcaires, les gneiss,
 » les pegmatites. Après le dépôt de la craie inférieure, de nouvelles
 » sources thermales transforment en pegmatite à tourmaline une
 » partie de ces gneiss et granites (1). »

Les mêmes auteurs distinguent dans les pegmatites deux modes de formation : les unes ont l'apparence de *filons-couches* ; elles sont dues à « un épanchement latéral de l'action métamorphique. » Les autres ont la forme de *filons* ; elles résultent « des transformations subies par les roches feldspathiques le long des fissures servant d'issue aux sources thermales. »

Ces actions métamorphiques ont été, d'après eux, produites par les anciennes sources de Luchon et autres stations thermales, autrefois plus puissantes, et probablement plus minéralisées.

Parmi les conclusions de ce travail, nous relevons les suivantes :

1° Les sources de Luchon naissent, non pas au contact du granite et des schistes, mais dans des failles entamant ces deux roches et toutes les autres roches de la région ;

2° L'orientation de ces failles est celle du Mont-Visô (N. 27° 0), système de soulèvement qui s'est manifesté après le dépôt du crétacé inférieur ;

3° Les granites de cette région, et principalement les pegmatites à tourmaline noire, sont des types de roches *métamorphiques* et non *éruptives* ;

4° Les terrains cambrien et laurentien existent à Luchon et à Saint-Béat.

Leymerie.

1868. — Exploration géologique de la vallée de la Sègre (B. S. G., 2^e série, XXVI, 604).

Leymerie a donné, en 1868, un aperçu géologique sur la vallée de la Sègre, à la suite d'une excursion faite avec un de ses élèves, M. Seignette. A ce propos, il décrit le trajet entre Ax et la Cerdagne ; il considère à tort le granite de Font-Nègre comme fondamental. La

(1) Ainsi, le schiste argileux devient micaschiste, puis gneiss, roche qui, finalement, se transforme en granite. D'autre part, tout en admettant que des actions métamorphiques ont dû se produire à diverses époques, nous regardons les trois dates indiquées par ces géologues comme entièrement hypothétiques. Nous ne voyons pas notamment sur quelles données ils s'appuient pour faire venir la tourmaline noire après le dépôt de la craie inférieure.

bande schisteuse de Puymorens, regardée par M. Garrigou comme laurentienne, est rattachée, par Leymerie, aux schistes anciens. Près de Carol, il signale des schistes maclifères qu'il attribue au silurien inférieur; entre Isobol et Belver, des grès et des poudingues dans lesquels il voit du dévonien. Une coupe détaillée de la vallée de la Sègre figure dans ce travail.

Magnan.

1863. — Note sur les petites Pyrénées de l'Ariège et sur l'ophite et aperçu sur les érosions et les failles (B. S. G., 2^e série, XXV).

Dans cette note importante, Magnan donne une série de coupes transversales de la région comprise entre Foix et Saint-Girons, puis il ajoute des considérations d'ordre général.

Reprenant, avec quelques modifications, la théorie de Virlet, il voit dans l'ophite une « roche hydrothermale, comme le gypse et le » sel qui l'accompagnent; » c'est une roche de dépôt « essentielle- » ment passive, contemporaine des terrains au milieu desquels elle » est enserrée, ne se montrant jamais dans le joint des innombrables » failles qui accidentent les Pyrénées. »

Magnan s'est bien rendu compte de l'importance des perturbations dont la chaîne des Pyrénées a été le théâtre. « Des terrains dont la » puissance est énorme ont été, dit-il, courbés en S gigantesques, » renversés, faillés, puis dénudés et recouverts plus tard en discor- » dance par des dépôts divers. » C'est par des mouvements de ce genre que l'auteur explique la réapparition au milieu du crétacé ou du tertiaire de l'ophite déjà « déposée anciennement, » il en résulte que l'ophite « semble sortir de dessous, venir de l'intérieur, sous forme de typhon. »

Ajoutons que la dénomination d'ophite a été parfois appliquée par Magnan à des roches qui n'ont avec l'ophite que des analogies lointaines; quant aux différences qui sépareraient, d'après lui, les ophites des divers âges (laurentiennes, cambriennes, siluriennes, carbonifères, triasiques, etc.), elles ne paraissent nullement fondées.

Magnan se refuse à croire à l'action métamorphique de l'ophite sur les roches ambiantes, et à l'origine métamorphique des dolomies pyrénéennes.

L'ouvrage renferme ensuite des considérations intéressantes sur les dénudations et surtout les failles. « C'est, dit-il, à des failles immenses que ces montagnes doivent leur relief et non à des soulèvements. »

Ajoutons que, d'après l'auteur, les failles se sont produites à froid et n'ont jamais été remplies par des roches éruptives.

Mussy.

1868. — Roches ophitiques de l'Ariège (B. S. G., 2^e série, XXVI).

1869. — Possibilité de l'existence du houiller dans l'Ariège (B. S. G., 2^e série, XXVII).

1870. — Texte explicatif de la carte géologique et minéralurgique de l'Ariège (Foix, 1870, chez Pomiès).

M. Mussy a fait le recensement des roches ophitiques de l'Ariège. Il trouve l'ophite « dans presque toutes les formations, depuis les roches primitives jusqu'à l'époque nummulitique. » Il est vrai de dire qu'avec lui le terme d'ophite prend une extension exagérée, car il y comprend toutes les roches à apparence granitoïde et éléments basiques plus ou moins magnésiens, formant des amas irréguliers ; il y rattache les lherzolites, les diorites... ; parfois même des roches détritiques (Saint-Antoine), ou métamorphiques (Cabre). Il ne se prononce pas sur leur âge et leur origine.

Le même auteur étudie, en 1869, une bande de schistes argileux située entre Foix et Saint-Girons, dans un pli synclinal du dévonien ; ses coupes l'amènèrent à considérer ces *schistes anciens supérieurs* comme *tenant la place du houiller*. Des découvertes ultérieures confirmeront cette manière de voir, en montrant que cet horizon contient la faune du carbonifère ou, plus exactement, du culm.

En 1870, le même ingénieur, continuateur, dans l'Ariège, de l'œuvre de François, publiait le texte explicatif de la carte géologique et minéralurgique de l'Ariège au 1/80,000. C'est un travail considérable sur lequel nous devons nous arrêter quelque temps.

M. Mussy adopte, dans sa carte géologique et le texte explicatif, la classification employée dans la carte géologique de France d'Elie de Beaumont et Dufrénoy ; il distingue, comme ces géologues, les étages suivants dans la série primitive et paléozoïque :

Terrains primitifs. — 1^o Granite et gneiss ; 2^o micaschistes.

Terrains de transition. — 1^o Silurien inférieur ; 2^o silurien supérieur ; 3^o dévonien ; 4^o schistes tenant lieu du houiller.

Il examine ensuite, à tour de rôle, la constitution des divers étages :

1^o *Granite et gneiss.* — Le terrain granitique forme, dans l'Ariège, trois massifs longitudinaux correspondant à trois plis successifs et parallèles du soulèvement pyrénéen ; un quatrième amas se montre plus au nord.

a Massif de la crête frontière ; *b* massif des Trois-Seigneurs et Bouirex ; *c* massif du Saint-Barthélemy et du Picou ; *d* massif de la Barguillière.

Le massif frontière, cœur du soulèvement, donne le granite le plus ancien à éléments *plus acides*, plus riche en feldspath et en quartz. A mesure qu'on s'éloigne de la crête, les ondulations successives du soulèvement ont mis au jour des granites d'âge *relativement récent* où le mica va toujours croissant, et les *minéraux basiques* dominent ; ceux-ci sont fréquemment aréniformes, tandis que les premiers sont plus résistants. Les divers massifs sont étudiés tour à tour (1) ; et, à cet égard, M. Mussy donne de nombreux détails minéralogiques qui corroborent et complètent les observations de François. Il signale aussi des passages d'une roche à l'autre, notamment celui du granite au gneiss.

2° *Micaschistes*. — Son étage des micaschistes a été considérablement exagéré ; il y comprend presque toujours des schistes argileux micacés, des schistes maclifères et autres roches faisant partie des terrains de transition, et plus spécialement de l'archéen (2).

3° *Silurien inférieur*. — En ce qui concerne le silurien, la classification de M. Mussy est des plus simples : tous les schistes succédant au micaschiste appartiennent au silurien inférieur ; tous les calcaires, au silurien supérieur (étage muchisonien) ou au dévonien ; ce grou-

(1) Ces caractères différentiels tiennent, non pas à ce qu'un granite donné correspond à tel ou tel soulèvement, ou, ce qui revient au même, à tel ou tel massif, mais bien à ce qu'il prédomine plus ou moins, suivant les massifs. Cela résulte, par exemple, de ce que le granite porphyroïde est très répandu vers la crête, tandis qu'aux abords de la plaine, c'est le granite schisteux ou plutôt le gneiss qui l'emporte. D'ailleurs, la classification adoptée par M. Mussy, plutôt géographique que géologique, est éminemment fautive. Tous ces massifs, isolés à la surface, se rattachent l'un à l'autre en profondeur et ont, en somme, même structure. Tous, en effet, sont formés de gneiss, micaschistes et autres roches primitives percées par des granites ; ils ne diffèrent l'un de l'autre que par la prépondérance de telle ou telle roche. Aussi, au lieu de comparer ces divers massifs entre eux, eût-il été plus profitable de comparer entre elles les diverses roches d'un même massif ou des divers massifs et d'étudier leur ancienneté relative. Un premier travail s'impose d'abord à ce sujet : distinguer ce qui est sédimentaire (gneiss) de ce qui est éruptif ; en second lieu, établir l'âge relatif de ces diverses masses minérales, qu'elles soient éruptives ou sédimentaires. C'est ce que nous avons cherché à faire dans notre travail, abandonnant la description des massifs isolés aux chapitres consacrés à la géologie régionale.

(2) Pour Mussy, d'ailleurs, l'étage des micaschistes représente une classe de roches se groupant autour des micaschistes et formant passage entre les gneiss et les schistes ordinaires du silurien. Cet ingénieur a parfaitement remarqué « la dégradation insensible de l'état cristallin à la texture ardoisière » que présentent les micaschistes, mais il semble n'avoir pas vu que ces variations sont liées à l'ancienneté et correspondent à des dépôts différents.

pement, par trop commode, présente, dans l'application, des exceptions nombreuses : il est, en effet, beaucoup de schistes dans le silurien supérieur et le dévonien ; quant aux calcaires, nous en verrons à divers niveaux : dans le dévonien, dans le silurien supérieur, dans le silurien moyen.

Etudiant les roches de l'étage inférieur, l'auteur y remarque surtout des schistes argileux, les uns terreux et tendres, souvent graphiteux, les autres satinés et tenaces, placés surtout au voisinage des micaschistes et passant, par imprégnation de mica ou de talc à des schistes micacés ou talqueux (1). Le calcaire métallifère de la vallée de l'Ariège (Albiès, Miglos, etc.) est rapporté au silurien supérieur ; exceptionnellement, il place celui de Sentein dans l'étage inférieur ; au silurien inférieur, également, il attribue les schistes de Sentein, dans lesquels nous découvrirons la *Cardiola interrupta* et de nombreux graptolites, notamment le *Monograptus priodon* ;

4° *Silurien supérieur*. — A cet étage, il rapporte les couches calcaires à cardioles, et aussi les masses du Vallier et le calcaire métallifère de la haute Ariège (pour nous relevant du silurien moyen) ; il met à tort à ce niveau les griottes dévoniennes et autres marbres amygdalins de la vallée de Couffens.

5° *Dévonien*. — Ce terrain a été mal reconnu, car beaucoup de calcaires amygdalins sont rangés dans le silurien supérieur. Le trias d'Uchenstein et Balacé doit être, en grande partie, rapporté à cet étage.

6° *Schistes houillers*. — Ont été généralement très-bien suivis ; nous avons déjà montré, à propos de l'analyse du travail qui précède, que c'est à ce géologue que revient l'honneur d'avoir découvert, stratigraphiquement du moins, le terrain carbonifère dans les Pyrénées centrales ; ajoutons toutefois que son houiller est du carbonifère marin.

Après avoir passé en revue les terrains secondaires et tertiaires, M. Mussy décrit les gîtes ophitiques et métallifères du département.

L'ouvrage est accompagné d'un album de planches contenant environ cent coupes relatives aux divers terrains de l'Ariège ; quelques autres coupes, plus générales, sont figurées sur les feuilles de la carte. Elles laissent souvent à désirer quant à l'exactitude, soit que l'auteur ait confondu les uns avec les autres les divers étages, soit qu'il n'ait pas bien saisi leurs relations stratigraphiques.

C'est dans le Saint-Gironnais surtout, et plus spécialement dans le canton de Castillon, que la carte de M. Mussy nous a paru appeler

(1) Les premiers correspondent, pour moi, au silurien, les autres surtout au terrain archéen.

des modifications : des pointements importants de granite, tel que celui du fond de Riberot, ne sont pas indiqués, bien qu'ils figurent dans la carte de Charpentier ; non plus, celui plus restreint de Salau, dans la vallée de Couflens. M. Mussy n'a d'ailleurs pas distingué les formations granitiques éruptives des formations granitiques sédimentaires ; aussi les diverses sortes de granite sont-elles confondues. D'autre part, nous le voyons placer dans le silurien inférieur des schistes cristallins primitifs, parfois des schistes à graptolites du silurien supérieur (Sentein), quelquefois même des griottes dévoniennes (Irazein, haute Bellongue) ; le silurien supérieur de M. Mussy comprend souvent du dévonien supérieur bien caractérisé ; par contre, le véritable terrain dévonien lui a échappé dans le Biros, malgré son développement (Uchentein, Balacé, Irazein) ; il est figuré comme trias, terrain qui existe, il est vrai, dans ces parages, mais n'a pas une aussi grande extension ; enfin ses schistes supraliasiques sont souvent du lias ou de l'infra-lias.

Tels sont les principaux *desiderata* que présente, dans cette région, la carte de Mussy ; plus spécialement, le défilé de Bordes, le massif du Vallier, le revers méridional du chaînon de l'Arraing, demandent une refonte à peu près complète.

Coquand.

1869. — Aperçu géologique de la vallée d'Ossau (Basses-Pyrénées) (B. S. G., 2^e série, XXVII).

Coquand se préoccupait, à cette époque, de l'âge des marbres blancs pyrénéens. Il attribue, à la suite des découvertes de Gaston Sacaze, les marbres blancs de la vallée d'Ossau au calcaire carbonifère, et cherche à prouver que ceux de l'Ariège et de la Haute-Garonne appartiennent à ce même niveau. Il repousse l'assimilation du calcaire de Saint-Béat au lias, en se basant sur ce que, au pic du Gar et à Sarrancolin, le lias fossilifère repose directement sur le grès rouge, sans interposition de calcaire saccharoïde, et sur ce que, dans la Vallongue, près de Castillon, le lias moyen à *Pecten æquivalvis*, avec ses dolomies inférieures, s'appuie sur les calcaires blancs à couseranites ; ceux-ci ne peuvent donc pas devenir leur équivalent métamorphique (1).

(1) Ce calcaire cristallin étant inférieur au lias fossilifère, ne peut être attribué au lias ; mais rien n'empêche de l'assimiler aux calcaires à couseranites placés à la base du lias, non-seulement dans la Bellongue, mais au pied du Gar, comme l'a fait voir Dieulaufait, et dans la haute Ariège, près Verdun, ainsi qu'il résulte des coupes de M. l'abbé Pouech. Nous voyons donc, dans ce calcaire, un équivalent

Quant au marbre statuaire des Jetons, il ne peut être, d'après lui, primitif, 1° à cause de sa position sur le dévonien, 2° à cause de la présence de l'*Amplexus coralloïdes*, de *polypiers*, de tiges de *calamites*, le tout converti en marbre blanc, et autres fossiles que Gaston Sacaze y a découverts.

Il croit ensuite devoir étendre cette découverte aux autres calcaires blancs des Pyrénées, particulièrement à ceux de Saint-Béat et de l'Ariège, qui contiennent les mêmes minéraux disséminés (cousera-nite, grenat) et occupent exactement la même position ; et, à ce propos, il s'élève contre l'attribution du marbre de Saint-Béat au lias.

Nous trouvons encore dans ce travail d'utiles renseignements. Coquand signale la *Cardiola interrupta* dans les ardoises de Laruns et d'Aas (vallée d'Ossau), des orthocères dans le vallon d'Esquerry (Haute-Garonne).

Au-dessus des ardoisières de Laruns, il rencontre des schistes argileux brunâtres à *Terebratula sub-Wilsoni*, *Terebratula reticularis*, *Spirifer paradoxus*, *Orthis striatula*, *Pleurodictyum problematicum*, le tout représentant le dévonien inférieur.

Signalons encore, comme curiosité minéralogique, la présence d'une foule de minéraux intéressants au fond de la vallée d'Ossau, dans la montagne d'Arres, à deux pas de la frontière espagnole et à 2,240 mètres d'altitude : argent natif ; nickel à divers états (nickel antimonial argentifère et blendifère, nickel arsenical argentifère et cobaltifère, nickel oxydé) ; bismuth ; galène ; blende argentifère et calamine ; pyrite martiale et pyrite arsenicale argentifère ; manganèse peroxydé ; ocres argentifères ; traces d'or dans l'argent. Les minerais sont partie dans du quartzite, partie dans du calcaire lamelleux ; le tout dans du calcaire de transition grisâtre et saccharoïde.

Leymerie.

1870. — Observations au sujet d'un aperçu sur la vallée d'Ossau, par Coquand (B. S. G., 2^e série, XXVII, p. 640).

En 1870, M. Leymerie publie une note en réponse au travail de

métamorphique du lias inférieur, et sa tendance à affecter une structure rubanée le rapproche des calcaires rubanés si habituels à ce niveau, notamment dans les montagnes de Foix.

D'ailleurs, ce calcaire n'est pas aussi indépendant que le dit Coquand. Il succède normalement au trias dans la vallée d'Aran, à Marignac et autres lieux, et, malgré sa similitude avec le calcaire d'Ossau, ne saurait être attribué au carbonifère, car ce calcaire repose sur des conglomérats rouges qui relèvent, non de l'*old red sandstone*, mais du trias, ainsi que le prouve leur superposition, à Cierp et en beaucoup d'autres endroits, aux schistes carbonifères de la zone de Larbont.

Coquand. Déjà le géologue toulousain avait fait paraître un mémoire tendant à prouver que le terrain carbonifère manque dans les Pyrénées, sauf aux deux extrémités. Leymerie met en doute l'âge carbonifère des empreintes végétales citées par Coquand, et aussi la valeur des fossiles contenus dans le marbre des Jetons.

Il se prononce d'une manière formelle à propos des marbres statuaires de la chaîne. « L'idée notamment que le marbre de Saint-Béat » est carbonifère est, dit-il, entièrement contraire aux faits; ce » marbre succède au grès rouge. Ses relations sont des plus nettes » dans la vallée de Sost et de Ferrère. Si le calcaire était carbonifère, » il serait entre les griottes et le grès rouge triasique, ce qui n'ar- » rive jamais. » Et à propos du marbre d'Arguenos, analogue à celui de Saint-Béat. « Comment, dit Leymerie, serait-il carbonifère, puis- » qu'il n'y a pas là de grès rouge et qu'il est en plein jurassique. »

Toutefois, l'auteur, tout en niant son attribution au carbonifère, a des doutes sur l'âge jurassique du calcaire de Saint-Béat; plus tard, en effet, il en fera du calcaire primitif.

Notons, enfin, l'existence, entre les griottes de Cierp et le grès rouge, de schistes analogues à ceux que Mussy avait indiqués dans l'Ariège comme tenant la place du terrain houiller. Cette constatation sera confirmée ultérieurement par les recherches de M. L. Lartet sur le terrain carbonifère des Pyrénées centrales.

Bleicher.

1870. — Essai d'une étude géologique comparée des Pyrénées, du plateau central et des Vosges (Thèse, Montpellier, 1870).

M. Bleicher a essayé, dans un travail présenté comme Thèse devant la Faculté de Montpellier, de mettre en parallèle, au point de vue géologique, les Pyrénées, le plateau central et les Vosges :

« C'est un essai de généralisation dans lequel il a, dit-il, pris pour » guide, d'une part, MM. Lory, Ebray, Magnan, sur l'origine des » montagnes par failles, et l'importance des dénudations; de l'autre, » MM. Virlet d'Aoust, Garrigou, Magnan, sur l'origine de l'ophite. »

Dans les trois premières parties de l'ouvrage, il étudie séparément : 1^o les petites Pyrénées de la Haute-Garonne et de l'Ariège ; 2^o le plateau central (Lot et Tarn-et-Garonne); 3^o les Vosges. — La quatrième partie qui est, en quelque sorte, la synthèse des observations précédentes, a pour objet un essai de comparaison des éléments lithologiques, paléontologiques, stratigraphiques des trois massifs.

4^o *Pyrénées*. — Son champ d'études est une bande de terrain large de dix à douze kilomètres, longue de cinquante à soixante, toute dans la Haute-Garonne et l'Ariège. L'auteur, reculant devant les diffi-

cultés d'une carte géologique, décrit le pays à l'aide de cinq coupes parallèles dues, soit à Magnan (partie orientale), soit à lui-même (partie occidentale).

- a. — Entre le Pech d'Arbiel et Daumazan, par Castelnaud (Magnan).
- b. — Du massif de Riverenert à Cazères, par Saint-Lizier (Magnan).
- c. — Du sud d'Engomer à Cazères, par le pic de la Serre et Caumont (Bleicher).
- d. — Du sud d'Aucazein à Martres-Tolosane, par Buzan, Lestélas, Lacave (Bleicher).
- e. — De Mazères-du-Salat vers le Nord (Bleicher).

Quoique le travail de M. Bleicher porte surtout sur le crétacé et, en général, les terrains secondaires, nous croyons utile d'insister un peu sur son compte, à propos des terrains paléozoïques dont il s'occupe accessoirement, à propos aussi des terrains secondaires qui sont liés de près à ces terrains paléozoïques ; cela surtout pour relever des erreurs qui nous semblent inexcusables principalement dans la région du Castillonnais.

Je ne m'étendrai pas ici sur les deux premières coupes, qui sont des reproductions fidèles de celles de Magnan : l'auteur admet, comme lui, le cambrien ou laurentien, le silurien, le dévonien, et fait buter le silurien supérieur contre les marnes ophitiques du trias. Mais j'insisterai sur celles qui affectent la vallée de Castillon, notamment celle entre Engomer et Cazères, en ne m'attachant qu'à la partie méridionale.

Le granite du sud d'Engomer supporte, d'après lui, des schistes de couleur brun-fauve, se décomposant facilement en macles cruciformes ou obliques, des roches pétrosiliceuses, dolomitiques, des roches granitoïdes, stratifiées, riches en épidote. Vers le fond de la vallée de la Bouigane (Bellongue) commencerait le laurentien ou cambrien, représenté par des schistes graphiques, satinés, plissés et fracturés. Sur le versant opposé (versant nord), se montrerait le silurien formant des masses considérables, le silurien « caractérisé, comme partout, par » des roches dolomitiques, des schistes violacés ou olivâtres, des calcaires marmoréens blancs, des calcaires rubanés, ces derniers limitant, vers le haut, le silurien supérieur et présentant, sur le trajet » de la coupe, des encrines, des orthocères, des polypiers, des brachiopodes indéterminés. » Tout cet étage silurien « se développe, » dit-il, du fond de la vallée au pied du pic Lasserre, où il passe par » l'intermédiaire d'une puissante couche de calcaire dolomitique » cristallin, à une masse considérable d'ophite porphyroïde enserrée » dans le silurien. » Une faille (faille de Riverenert) met en contact, d'après lui, le silurien et l'oolite inférieure par l'intermédiaire de

schistes talqueux, épidotifères qu'on peut regarder comme des roches de passage entre les schistes siluriens et l'ophite porphyroïde (1).

Zirkel.

1867. — Beiträge zur geologischen Kenntniss der Pyrenäen (Contribution à la connaissance géologique des Pyrénées) (Zeits. deuts. geol. Gesell., Bd. XIX, p. 154, Berlin, 1867).

En 1867, a été publié, en Allemagne, un important travail de J. Zirkel sur la géologie des Pyrénées. L'éminent professeur de Leipzig s'est surtout attaché à l'étude des roches cristallines et du métamorphisme.

Après un aperçu rapide sur les travaux antérieurs, Zirkel s'occupe de la distribution géographique des divers terrains et de la constitu-

(1) Cette coupe de M. Bleicher est erronée en un très grand nombre de points. Trompé par la proximité du granite, ce géologue a cru que les schistes de la Bellongue représentaient les terrains les plus anciens (le laurentien, le cambrien, le silurien); or, il n'y a là que du jurassique, comme l'avaient déjà bien reconnu Dufrenoy et Coquand; ses schistes graphitiques n'ont du silurien que la couleur noire; les macles qu'il indique ne sont autre chose que des cristaux de couzaranite et de dipyre; ses schistes pétrosiliceux, cambriens ou laurentiens, sont des schistes siliceux jurassiques, accident des schistes argileux ordinaires. Déjà Charpentier avait signalé des ammonites dans les ardoisières d'Arrouit; on doit s'étonner que l'auteur n'en ait pas eu connaissance, pas plus que des autres fossiles jurassiques déjà indiqués par ses prédécesseurs et notamment par Coquand, et, à peu de distance de là, par M. Hébert.

D'autre part, je ne saurais admettre que les couches situées au pied du pic de Laserre soient des calcaires siluriens; j'ai trouvé là des pectens, des pentacrines, des *bélemnites* et autres fossiles liasiques et non des *orthocères* siluriens. Ses schistes talqueux, épidotifères ne sont autre chose que des argilolites triasiques, bien visibles à l'est d'Engomer, et non des roches de passage entre les schistes siluriens et l'ophite porphyroïde.

Sa coupe par Aucazein est encore, s'il est possible, plus inexacte. La vallée de la Bellongue, en particulier, fourmille d'erreurs; du reste, l'auteur n'a fait que répéter ce qu'il a dit pour la région comprise entre le sud d'Engomer et le pic de Laserre; en outre des critiques que nous avons déjà formulées à ce sujet, nous constatons que M. Bleicher n'a pas vu que son prétendu silurien repose, en bien des points, sur les grès triasiques; d'autre part, la montagne limitant au sud la Bellongue, montagne qu'il figure comme granitique, est formée de calcaires jurassiques et de griottes dévoniennes. Les calcaires cristallins d'Aucazein et la belle ophite de cette localité sont considérées comme des roches siluriennes.

Ces critiques suffiraient à montrer que le mémoire de M. Bleicher, au moins pour la région qui nous occupe, est bien loin de constituer un progrès sur les travaux de ses devanciers.

tion générale de la chaîne ; puis il examine tour à tour les formations éruptives et les formations sédimentaires.

Roches granitiques. — Elles viennent naturellement en première ligne. L'auteur indique d'abord la répartition des massifs granitiques et leurs relations avec les terrains sédimentaires ; la plupart de ceux des Pyrénées centrales se montrent en plein paléozoïque ; un certain nombre, néanmoins, sont en rapport avec des terrains plus récents (1).

Zirkel reconnaît dans cette chaîne quatre sortes de granite :

1° *Granite ordinaire* (ou *pyrénéen*). — A grains fins et moyens, à texture uniforme et orthose dominant ;

2° *Granite porphyroïde*. — Comme le précédent, mais à grands cristaux d'orthose ;

3° *Pegmatite* ou *granite de Luchon*. — A orthose et oligoclase ;

4° *Granite syénitique de Lacourt*. — Ne différant de l'ordinaire que par la présence de l'hornblende (2).

Vient ensuite l'examen comparatif, au point de vue chimique, du granite commun et du granite de Luchon ; l'analyse montre que ce dernier est plus riche en silice.

L'auteur reconnaît que les taches du granite ordinaire ont une double origine : les unes correspondent à des concrétions, les autres à des fragments englobés par la roche éruptive lors de son épanchement ; il ne se prononce pas sur le mode de formation des côtes saillantes si fréquentes dans le granite.

L'âge des granites pyrénéens est discuté avec soin ; contrairement à ce qui a lieu ailleurs, il varie dans de larges limites : il est d'abord des granites antésiluriens, ainsi que l'attestent les fragments de granite contenus dans le conglomérat de Belver ; mais d'autres traversent les schistes siluriens et les ont modifiés ; se basant sur des intrusions et des actions de contact, Zirkel en vient à la conclusion que

(1) Beaucoup de ces relations sont inexactes : ainsi, les granites de Cierp, du Gar et de Sost ne sont pas en rapport, du côté nord, avec le jurassique ; mais ils en sont séparés complètement par une large bande de schistes primitifs et paléozoïques (ainsi que le montrent les coupes de Leymerie et de Garrigou), bande qui contient notamment du silurien bien caractérisé, dans lequel Boubée avait déjà signalé des graptolites. Mêmes observations pour le massif du sud d'Aspet (îlot de Milhas), qui bute, vers le nord, contre des schistes anciens.

(2) Dans le chapitre relatif aux roches éruptives, nous donnerons à ce sujet des détails complémentaires. On peut voir déjà que ces diverses variétés avaient été déjà reconnues dans les Pyrénées. Ce groupement a le tort, selon nous, d'être exclusivement basé sur les caractères pétrographiques, à l'exclusion de toute considération génétique.

beaucoup de granites sont plus récents que le lias. A ce propos, il donne une coupe levée en amont d'Ercé, sur la route d'Aulus, où il montre un petit filon granitique englobant des schistes noirs regardés comme liasiques (4). Le granite de Milhas, ceux du pic du Gar et Luchon seraient aussi post-liasiques; d'autres même paraîtraient plus récents que la craie, comme l'avaient admis Dufrénoy et Durocher (2).

Roches ophitiques. — Les ophites sont représentées comme des roches éruptives ayant profité de fractures et de failles pour venir au jour. La plupart datent du tertiaire inférieur; quelques-unes seraient plus anciennes. Zirkel qui, le premier, a soumis ces roches à l'examen microscopique, leur attribue la composition suivante :

Eléments essentiels : hornblende, feldspath.

Eléments accessoires : oligiste, magnétite, mica noir.

Eléments secondaires : épidote, talc (3).

Terrain primitif. — Zirkel admet que le gneiss ne constitue pas, dans les Pyrénées, une formation indépendante (4); aussi, dans son travail, ne fait-il pas mention du terrain primitif; pourtant, ses coupes figurent des schistes cristallins à la base du silurien.

Silurien et dévonien. — Vu leur liaison stratigraphique et pétrographique, l'auteur réunit ces deux terrains en un seul sous le nom de *terrain de transition*; il n'y établit pas de divisions, mais, à l'exemple de Charpentier et de Durocher, il insiste sur leur composition minérale; à ce propos, il compare les schistes rubanés du port d'Orle et du mail de Bulard à ceux de Moutiers en Tarentaise, et signale dans certaines grauwackes, dont il n'indique pas le gisement, des fragments de granite.

(1) Cet argument serait sans réplique si la nature filonienne de ce granite était bien établie. Mais nous nous refusons à étendre, avec Zirkel, cette conclusion au granite d'Ercé, qui a une composition tout autre, et surtout au massif compris entre Seix, Lacourt et la Bellongue, qui est formée en grande partie de gneiss, et renferme même des cipolins et autres roches primitives. Nous n'admettons pas davantage que le granite ordinaire soit postérieur au lias.

(2) Le granite de Milhas, celui du Gar, celui de Luchon, ne sont autres que le granite fondamental lié au gneiss le plus ancien; encore est-ce le gneiss qui domine généralement dans ces régions.

(3) La composition des ophites est aujourd'hui définie d'une manière un peu différente.

(4) Le fait ne saurait pourtant être douteux dans l'Ariège et la Haute-Garonne, où le gneiss prend un si grand développement; citons, notamment, les environs d'Ax (Orlu, montée du lac de Naguille, gorge de Mérens), la région de Mercus et d'Arignac, la vallée de l'Arac entre Biert et Soulan, les massifs de Saint-Béat, de Luchon, de Lès, etc., etc.

Durocher avait émis la même opinion que Zirkel.

Les dolomies de la Penna-Blanca, les calcaires cristallins de la vallée d'Aran et celui de Trébons sont mis dans le silurien supérieur; du silurien également, relève le calcaire métallifère de la Haute-Ariège.

D'après l'auteur les couches de transition forment habituellement des ondulations multipliées qui n'ont rien à voir avec le soulèvement général de la chaîne.

Zirkel ne partage pas l'avis de Durocher sur l'emploi qu'il a fait des directions pour distinguer deux étages dans le terrain de transition; d'autre part, les deux cas de discordance cités par le géologue français seraient douteux.

Terrains secondaires. — L'ouvrage de Zirkel renferme ensuite des considérations sur les terrains secondaires, et particulièrement sur le trias : nous n'avons pas à nous en occuper ici; disons, toutefois, que l'auteur n'a pas confondu, comme plusieurs géologues qui l'ont précédé ou suivi, les schistes noirs du lias avec ceux du silurien (1). Le calcaire marmoréen de Saint-Béat est considéré comme jurassique; aussi, le calcaire de Charpentier.

Métamorphisme. — Dans un dernier chapitre, le plus important, à mon avis, il s'occupe du métamorphisme. Le métamorphisme, dû au granite, est bien mis en évidence; l'auréole métamorphique est, d'après lui, inégale, car il y a notamment, tout autour du granite, des alternances de bancs avec macle et sans macle. Zirkel distingue trois zones successives, mais celle des cornéennes manquerait presque toujours.

Ce pétrographe a fait voir que la macle n'est pas un cristal composé, une macle au point de vue cristallographique, mais un cristal simple, car les plages d'andalousite s'éteignent en même temps.

Le développement de la couseranite est lié, d'après l'auteur, à la présence du granite.

Zirkel signale, en outre, quelques particularités minéralogiques intéressantes, notamment l'existence de l'ottrélite dans les schistes satinés de la vallée d'Ossau.

Coupes géologiques. — Ce géologue a donné, de la région pyrénéenne, des coupes générales au nombre de trois :

1° De Saint-Gaudens à San-Pedro (vallée de l'Essera), par Cierp et Luchon. — Cette coupe, d'ailleurs très succincte, n'apporte guère d'éléments nouveaux. Zirkel s'est mépris sur le rôle du terrain gra-

(1) Il faut, toutefois, faire exception pour les schistes noirs qui sont à l'entrée d'Aulus; il est difficile de les considérer comme siluriens, étant donné leur position entre le dévonien et le calcaire cristallin jurassique.

nitique de Luchon, de Maupas (Crabioules) et de Chaum (région de Saint-Béat), qu'il considère comme du granite éruptif postérieur au jurassique, au lieu d'y voir du terrain primordial injecté de granite éruptif. Il n'indique, comme divisions, que le silurien, le dévonien, le trias, le jurassique et le crétacé. Le calcaire de Saint-Béat est regardé comme jurassique. Sur le revers espagnol est figuré le silurien de Vénasque, formant un pli synclinal, adossé au nord sur le granite de Maupas; du côté sud, il se recourbe en une voûte sur laquelle s'appuient, en flanquements successifs, le dévonien, le trias de San-Pedro, le terrain crétacé. Un synclinal silurien est aussi indiqué dans la vallée du Lys, où il est pincé entre les granites éruptifs de Luchon et de Maupas. Sauf les réserves faites plus haut sur la nature et le rôle du terrain granitique de Crabioules, Luchon et Saint-Béat, l'allure générale des assises est assez bien représentée.

2^e Coupe de Saint-Girons à Esterri, par Lacourt et Couflens. — Zirkel n'a pas figuré le trias, le dévonien, le silurien de la rive droite du Salat; en effet, entre Saint-Girons et Lacourt, tout est mis dans le jurassique. Toute la région comprise entre ce point et Seix est, d'après lui, composée de granite (je ne saurais admettre cette manière de voir qui est complètement erronée, à mon avis; le granite proprement dit ne constitue qu'une partie assez restreinte de ce massif cristallin; il n'est en quelque sorte qu'à l'état d'exception, tandis que les gneiss et les schistes cristallins dominent de beaucoup); d'autre part, vers Oust passe une importante bande de terrain secondaire qui a échappé à Zirkel, chose d'autant plus étrange qu'il critique Dufrenoy d'y avoir vu autre chose que du granite. Le calcaire de Mirabat est, à bon droit, attribué au jurassique; il signale le dévonien du pont de la Taule, et place dans le silurien toute la contrée qui s'étend entre Couflens et Esterri, par Salau et la frontière. L'allure générale des assises est assez exacte; Zirkel a notamment remarqué le pli anticlinal qui passe aux environs de la crête frontière.

3^e Coupe d'Eup à Bossost. — Dans cette coupe, qui n'est autre que celle de Leymerie prolongée vers le sud, toutes les assises sont relevées jusqu'à la verticale. Il indique successivement, en remontant la vallée du dévonien, des calcaires à orthocères, des calcaires à encrines (Arguts), des schistes argileux; à ces assises succèdent les calcschistes et grauweekes schisteuses de Fos, la grauwacke schisteuse de Canejan, le granite de Lès, les schistes cristallins de Bossost. L'auteur ne se prononce pas sur les assises inférieures du silurien; les ondulations si nettes et si variées des environs du Pont-du-Roi ne sont pas représentées. C'est, en somme, la coupe classique de Leymerie, mais avec moins de renseignements et moins de précision.

Quelques dessins figurent dans ce travail :

- 1° Granite de Panticosa, sillonné par des veinules réticulées d'un granite différent ;
- 2° Ce même granite englobant des lambeaux calcaires ;
- 3° Contact du granite d'Ercé avec les calschistes du lias ;
- 4° Ophite de Montsaunès et de Salies ;
- 5° Dessins variés de macles d'andalousite ;
- 6° Des apophyses du granite dans le gneiss ;
- 7° Du granite englobant des fragments de gneiss ou de schistes cristallins *contournés*.

En outre, on y trouve une petite carte relative à la région de Vicdessos, Aulus et Massat. L'auteur est dans le vrai en représentant le granite de la frontière comme un pointement dans les schistes paléozoïques ; le calcaire de l'étang de Lherz et du nord d'Aulus est indiqué comme jurassique. Le granite d'Ercé n'a pas toujours le rôle éruptif qu'il lui donne ; il est, en effet, accompagné de gneiss et, au sud de Massat, de schistes archéens et siluriens ; ce fait est encore plus en évidence dans le massif des Trois-Seigneurs, qui renferme des cipolins.

Il admet l'existence d'une bande silurienne passant par Auzat, Lercoul, Siguer ; c'est la même qui s'étend vers Aulus.

Leymerie.

1870. — Explication d'une coupe transversale des Pyrénées françaises passant par Luchon et Montréjeau (B. S. G., 2^e série, t. XXVII).

Zirkel avait publié depuis trois ans, dans l'ouvrage que nous avons analysé, une coupe de la vallée de Luchon, lorsque Leymerie reprit cet intéressant sujet en donnant une coupe nouvelle. Bien que la première porte principalement sur la rive droite de la Pique et la seconde sur la rive gauche, nous allons essayer, vu la similitude de constitution que présentent les deux versants de la vallée, de les mettre en parallèle l'un et l'autre.

Tout porte à croire que Leymerie n'a pas eu connaissance du travail allemand ; d'autre part, sa coupe dénote un progrès marqué sur celle de son devancier.

Dans Zirkel, tout l'intervalle compris entre le dévonien de Cierp et le dévonien du versant espagnol, est occupé par du terrain silurien fortement contourné que recoupent, sous forme de puissants filons, des masses énormes de granite éruptif, masses de même âge et venues au jour après le dépôt du lias. La coupe de Leymerie est plus précise : là où Zirkel n'avait vu que du silurien, le géologue toulou-

sain trouve du terrain cambrien et du terrain primitif. D'autre part, l'allure des couches est plus fidèlement représentée ; Leymerie reconnaît que le granite de Luchon se présente, non comme un filon vertical, mais comme la partie centrale d'une voûte autour de laquelle s'infléchissent les strates paléozoïques ; il reconnaît aussi que le granite d'Esténos est séparé du jurassique de Siradan par une large bande de schistes anciens qui avaient échappé à son prédécesseur. On lui doit également d'avoir signalé la faille de la vallée du Lys, ainsi que celle qui passe par la montagne de Cazaril et les environs de Juzet. En somme, la coupe de Leymerie complète et corrige, d'une façon heureuse, celle du géologue allemand (1).

Fuchs.

1870. — Die alten sediment Formationem und ihre Metamorphose in den französischen Pyrenaen (Neues Jahrb. für min. 1870, p. 719-854).

Fuchs a consacré un grand nombre de pages à l'examen du métamorphisme dans les Pyrénées françaises ; parmi ses observations, signalons la présence de noyaux d'andalousite dans plusieurs schistes nouveaux (Knotenschiefer) ; l'analyse lui a montré que la transformation des schistes argileux en schistes à nodosités et en schistes à andalousite est accompagnée d'un enrichissement en silice et d'un appauvrissement en eau de composition et en matière carbonneuse (2).

Jeanbernat.

1872. — Calcaire carbonifère des Pyrénées (Bulletin de la Soc. des sc. phys. et naturelles de Toulouse).

A la suite de Coquand, le docteur Jeanbernat attribue au terrain

(1) Toutefois, la coupe du géologue toulousain appelle des modifications notables : on sait que les schistes et grauweekes du Plan-des-Etangs relèvent, non du silurien supérieur, mais du houiller, ainsi qu'il résulte des déterminations paléontologiques de M. Zeiller ; le calcaire de la Penna Blanca, attribué au même étage que les grauweekes, doit être, selon nous, rapporté au silurien moyen ; le granite protéique de Superbagnères étant surtout formé de gneiss plus ou moins recoupé par de la pegmatite, ne saurait avoir le rôle de typhon que lui prête l'éminent professeur de Toulouse ; en aval de Luchon, d'autre part, presque tout le dévonien inférieur de la basse Pique (dalles lustrées de Cier) est plus ancien que la zone des schistes à graptolites du silurien supérieur ; il y aurait à redire également sur les environs de Cierp et surtout sur l'attribution au terrain primitif du calcaire cristallin à couseranites. Nous aurons, d'ailleurs, l'occasion de revenir sur ce sujet.

(2) La décoloration qui en résulte est assez fréquente dans les massifs tourmentés ; elle affecte souvent, en particulier, la zone des schistes carburés inférieurs, zone qui ayant perdu, dès lors, en grande partie sa livrée noirâtre, peut passer inaperçue.

carbonifère le calcaire de Saint-Béat (1). Le calcaire cristallin de cet étage forme, d'après lui, trois tronçons : 1° de Vicdessos à Seix ; 2° de Saint-Lary à Couledoux ; 3° du col de Menté à la vallée d'Aure. Il signale, comme une butte-témoin de ce calcaire, le mamelon situé à l'ouest du col de la Quore (2). L'auteur s'est rendu compte des difficultés que présente le bas de la vallée de Bethmale. « Le granite, » le dévonien, le silurien et l'ophite s'entrecroisent, dit-il, et s'enchevêtrent d'une manière si complète, que leur réunion forme un » magma indéchiffrable (3). »

Garrigou.

1872. — Monographie de Bagnères-de-Luchon (Paris, Masson, éditeur).

Dans une monographie ayant pour objet Bagnères-de-Luchon, M. Garrigou étudie la constitution géologique des Pyrénées de la Haute-Garonne.

Il examine d'abord les divers mouvements qui ont laissé leur trace dans la chaîne : il en est d'autres que ceux admis par Magnan. Il en prend pour preuve l'existence d'un poudingue quartzeux à la base du cambrien de l'Ariège (4), d'un autre poudingue à la base du dévonien dans ce pays et l'Andorre (5); celle d'une brèche à la partie inférieure comme à la partie supérieure du Jurassique ariégeois.

Passant ensuite à l'origine du granite et de l'ophite, il regarde ces deux roches comme stratifiées, et, à cet égard, cite dans divers départements pyrénéens des granites en couches, alternant avec des calcaires (6).

(1) Nous avons déjà indiqué les arguments qui plaident en faveur de l'attribution de ces calcaires au jurassique métamorphique. Cela ne fait pas de doute pour le chaînon calcaire des environs de Seix et de Couledoux.

(2) Le mamelon calcaire de Bethmale n'est pas isolé; de nombreux îlots, parfois même des bandes toujours étroites, relie le chaînon calcaire de Seix à celui de Saint-Lary.

(3) Les environs de Bordes présentent, en effet, une sorte de Magma que nous comparerons à celui de Cierp.

(4) Nous y voyons l'équivalent du poudingue quartzeux que nous avons trouvé dans les mêmes conditions entre le port de Pailhas et Valencia (Catalogne) et sur d'autres points.

(5) C'est le poudingue de Belver (vallée de la Sègre, en Cerdagne), déjà cité par Durocher, et plus tard, par Leymerie et Zirkel. Celui d'Arcavel (vallée d'Embalire) est au même niveau. D'après M. Garrigou, des poudingues analogues existeraient à la limite de l'Ariège et de l'Aude. Toutefois, on peut se demander si ces poudingues sont réellement dévoniens.

(6) On peut reprocher à l'auteur de ne pas distinguer nettement la nature de la

D'après lui, le silurien inférieur paraît se relier aux couches à alternances granito-schisteuses ; il semble, au contraire, tout à fait discordant avec le silurien supérieur ; mais ces différences sont généralement peu marquées, de telle sorte que le laurentien, le silurien inférieur, le silurien supérieur pourraient être regardés, à la rigueur, comme « ne formant qu'un seul et même ensemble (1). »

La différence de stratification entre le silurien supérieur et le dévonien est manifeste. A ce sujet, l'auteur indique le mouvement de torsion éprouvé par les assises dévoniennes entre le col de Peyresourde et Cierp ; d'abord dirigées O.-E., vers le col de Peyresourde, elles affectent, au nord de Saint-Paul, la direction S.-N. jusqu'à l'ouest de Cierp, où elles reprennent sensiblement leur allure primitive (2).

M. Garrigou présente ensuite des considérations intéressantes sur les fractures qui ont accidenté la vallée de Luchon et les Pyrénées de la Haute-Garonne ; il aborde, enfin, la description détaillée des divers terrains :

1° *Terrain antésilurien.* — L'auteur insiste de nouveau sur l'existence du laurentien et du cambrien ; il prend, par exemple, les alternances granito-schisteuses de la région de Maupas et d'Oo (3) ; celles aussi qui se montrent aux environs de Saint-Béat. Les granites de Luchon et d'Ax relèvent, vu leur position, du cambrien ; ceux de Saint-Béat seraient peut-être inférieurs (4). Le tout appartient à « un terrain de sédiment métamorphisé (5) ; »

roche et de confondre entre autres choses le gneiss avec le granite ; dire que le granite est parfois stratifié, il n'y a rien qui doive nous étonner.

(1) Dans la vallée de l'Ariège, au contraire, M. Garrigou admet qu'il y a des discordances tranchées entre ces trois étages.

(2) Cette disposition se retrouve dans le silurien supérieur de la vallée de la Pique : on voit, en effet, les schistes carburés supérieurs affecter une disposition en baïonnette des plus curieuses : dirigés E.-O. au sud de Cierp, ils suivent une ligne N.-S. le long de la Pique, qu'ils semblent côtoyer ; puis, à quelques kilomètres de Luchon, se coudent brusquement vers l'ouest. La même allure se retrouve, mais plus en petit, entre la vallée d'Oneil et le val d'Esquerry.

(3) Je partage l'opinion de M. Garrigou en ce qui concerne la nature stratifiée des montagnes d'Oo et de Maupas ; toutefois, tout n'est pas stratifié : c'est le cas, par exemple, des grandes masses éruptives qui constituent le granite porphyroïde si remarquable de cette région. Si Leymerie est tombé dans un excès, M. Garrigou n'a pas évité l'excès opposé.

(4) Ils se trouvent, en effet, au haut de la série des prétendues alternances granitiques. Le terrain primitif de Saint-Béat, de Luchon, d'Ax, est plus récent que celui d'Orlu (haute Ariège) et de Soulan (haut Salat).

(5) Je me suis déjà élevé précédemment contre une pareille assertion qui dépare, selon moi, les travaux de M. Garrigou.

2^o *Terrain silurien inférieur*. — L'auteur montre d'abord qu'il est composé différemment, suivant qu'on l'étudie dans la haute chaîne ou aux abords de la plaine. « Généralement, dit-il, dans les vallées » rapprochées des grands sommets, il prend un aspect plus métamorphique ; dans les vallées et montagnes plus basses, il l'est beaucoup moins (4). »

A la base de cet étage dominant les roches granitiques, roches également métamorphiques ; l'apparence éruptive qu'elles présentent parfois serait accidentelle.

Au même niveau, se trouvent des schistes siliceux et rubanés, les macles d'andalousite, aussi des schistes quartzeux qui, renferment « des empreintes siliceuses plus brunes que le reste de la roche, variant par leurs formes, qu'on pourrait presque considérer comme » étant des moules d'êtres animés, peut-être des mollusques sans caractère rapace. On rencontre, dit-il, des quantités énormes de ces empreintes, soit au pied des montagnes de Maupas, soit dans celles de Juzet (4). »

Le silurien inférieur est très net dans la vallée du Lys et celle de l'Hospice. M. Garrigou décrit rapidement la structure de la région avoisinant le port de Vénasque et celui de la Glère, et y indique des schistes gneissiques et des schistes quartzeux ; tout cela représente, d'après lui, le silurien inférieur, terrain qui forme, d'ailleurs, la base des massifs de la Pique en aval de Luchon, la dépression au nord de la Maladetta. L'ensemble de ces roches ressemble au système du port de Salau (4) ;

3^o *Silurien supérieur*. — Le passage entre le silurien inférieur et le silurien supérieur se ferait, d'après M. Garrigou, à la montagne de Cazaril, « par l'intermédiaire de roches dolomitiques, amphiboliques,

(4) C'est une observation parfaitement exacte ; avant de connaître la manière de voir de M. Garrigou, j'avais distingué un *silurien normal* habituel aux basses régions et un *silurien métamorphique*, apanage des régions élevées.

(2) A l'ouest de Lès (vallée d'Aran), dans un ravin qui se dirige vers les montagnes de Juzet et de Sode, j'ai trouvé une extrême abondance de ces corps auxquels M. Garrigou fait allusion ; il paraît bien difficile d'y voir des traces organiques de quelque nature que ce soit. Certains d'entre eux, par leur forme ellipsoïdale ou arrondie, par la façon dont ils se séparent de la pâte cristalline qui leur sert de matrice, me paraissent être de véritables galets roulés.

(3) A mon avis, les roches du port de Vénasque appartiennent à l'archéen et au cambrien, les dolomies et calcaires de la Penna Blanca au silurien moyen ; d'autre part, les grauwackes à empreintes végétales représentent le terrain houiller, comme l'avait déjà reconnu Nérée Boubée.

très résistantes (1). » Ce dernier étage est constitué par des calcaires altérés et des schistes carburés noirs, habituellement fossilifères. La plupart des fossiles ont été découverts par M. Fourcade (Pales de Burat, Marignac, Guran); Leymerie, de son côté, en avait trouvé un certain nombre.

Le calcaire à encrines surmontant les schistes carburés est attribué au dévonien; à cet égard, M. Garrigou le rapproche des calcaires et quartzites de Falgairas, près Cabrières (Hérault) (2).

Le silurien supérieur couvre les plaines de Campsaure, passe au-dessous du Mail de Criq, s'étend jusqu'aux Pales de Burat, reparaît à Marignac et au pic du Gar; il affleure presque partout sur la rive droite de la Pique, se montre aussi dans la montagne de Cazaril et sur la rive gauche de ce torrent (3).

L'auteur attribue au silurien inférieur les ardoisières et les pierres à chaux de la vallée; au silurien supérieur, les amas de fer limoneux et les minerais de fer de l'Ariège (4);

4^o *Terrain dévonien et carbonifère.* — M. Garrigou critique la coupe de Cierp par Leymerie; il signale des schistes compactes gris-bleu entre les griottes et le grès rouge, mais attribue le tout au dévonien (5); il ne se prononce guère sur la brèche située au-delà du grès; quant au calcaire à couseranites, il le rattache, à la suite de Co-

(1) Il est probable qu'il veut désigner l'eurilite qui, généralement, est très répandue dans le silurien moyen.

(2) Cette assimilation nous paraît très heureuse: nous regardons aussi ce calcaire à encrines, si répandu aux environs de Luchon, comme appartenant au dévonien, mais au dévonien le plus inférieur. Aujourd'hui encore, le calcaire à polypiers de Falgairas est considéré comme dévonien (Voir *Monographie de Cabrières*, par M. de Rouville; Montpellier, 1887, p. 34). M. Barrois (Soc. géol. du Nord, Annales. XIII, 1885-86) rapproche cet horizon de celui à *spirifer cultrijugatus* du massif rhénan. M. de Koenen (*N. Jahrbuch für miner.*, 1886) le compare à l'Herzénien de Kayser.

(3) L'auteur est tombé dans la même confusion que Leymerie: beaucoup de schistes carburés doivent être détachés du silurien supérieur.

(4) C'est dans le silurien moyen que sont ouvertes, à mon avis, la plupart des ardoisières et des carrières de pierres à chaux de la vallée de la Pique; Leymerie les plaçait dans le dévonien inférieur. Quant aux amas limoneux, ils sont habituellement liés aux schistes carburés et relèvent, par suite, de l'étage silurien proprement dit. En ce qui concerne les minerais de fer de l'Ariège, nous les attribuons au silurien moyen. Dans d'autres travaux, M. Garrigou les considère comme dévoniens.

(5) Les schistes appartiennent au carbonifère inférieur, comme le fera voir M. L. Lartet, et les grès au trias.

quand, et sans raisons bien plausibles, au terrain carbonifère. Il nous semble mieux inspiré en plaçant une faille entre ce calcaire et le granite d'Olivet ;

5° *Trias*. — Le grès rouge est mis dans le vieux grès rouge dévonien, ce qui est inadmissible, puisqu'il recouvre les schistes carbonifères à la carrière de Cierp ; mais, à Siradan, il y a, d'après lui, du vrai trias ;

6° *Jurassique et crétacé*. — M. Garrigou reconnaît que le sommet du Gar appartient au crétacé inférieur. Néanmoins, le jurassique et le crétacé sont ici intimement liés (1).

Coupes géologiques. — L'auteur donne ensuite l'explication d'un certain nombre de coupes géologiques :

1° *Du Néthou à Montréjeau*. — Les rapports des terrains, pour les parties hautes, sont généralement exacts ; nous faisons toutefois des réserves sur leur attribution chronologique. M. Garrigou rapporte au silurien le plus inférieur les calcaires de la Penna Blanca (2) ; il admet une faille au col de Mounjoyo ; place dans le cambrien la région comprise entre le pont de Lapadé et Montauban (3). Nous trouvons plus loin la description du vallon de Marignac ; il y indique, du sud au nord : 1° les schistes fossilifères à orthocères de Pales de Burat ; 2° des calcaires parfois dolomitiques ; 3° des schistes ferrugineux et, dans le haut, des eurites ; 4° des schistes avec intercalations granitiques (4). La réapparition du silurien supérieur à Marignac et à Burat est due, pour nous, à un pli anticlinal, comme la coupe de Garrigou semble d'ailleurs l'indiquer.

2° *De la Tuque de Maupas à Montréjeau*. — Dans cette deuxième coupe, il signale des sources sulfureuses au sud et au nord de Superbagnères (pont de Ravi, Luchon), et aussi vers le centre de ce massif granitique (Bagnartigues) ; puis il donne, à propos de cette montagne, une coupe détaillée sur laquelle nous aurons l'occasion de revenir. Ajoutons que, d'après M. Garrigou, il y a eu, sur la rive gauche

(1) C'est en raison de cela que Leymerie réunira souvent les deux étages sous le nom de jura-crétacé.

(2) Pour nous, ce calcaire est du silurien moyen ; manière de voir qui diffère, en somme, assez peu de celle de Garrigou, s'il admet le silurien tel que le comprennent les géologues anglais.

(3) Nous y verrons dans le haut de l'archéen, dans le bas du terrain primitif (étage supérieur).

(4) Ce sont là les divers terrains que nous retrouverons presque partout dans le silurien. Le premier représente notre zone carburée supérieure, le deuxième notre zone schisto-calcaire, le troisième notre zone carburée inférieure. Le dernier terrain correspondrait, pour nous, au cambrien et à l'archéen.

de la Pique, une descente de terrains, puisque les divers étages occupent un niveau moins élevé (1).

L'auteur figure aussi la montagne de Cierp ; à cet égard, nous n'acceptons ses vues ni sur le vieux grès rouge ni sur le calcaire carbonifère.

Leymerie.

1872. — Résumé d'une explication géologique du département de la Haute-Garonne (B. S. G., 2^e série, XXIX, 281).

En 1872, Leymerie met sous les yeux de la Société géologique la minute de la carte de la Haute-Garonne dont il s'occupe depuis plus de trente ans, et à ce propos, donne un résumé synthétique de la géologie de la Haute-Garonne. Nous n'insisterons pas à cet endroit sur ce travail, dont les éléments sont, en grande partie, empruntés à des travaux antérieurs du même auteur ; d'ailleurs, nous y reviendrons à propos d'autres publications ultérieures.

Garrigou.

1873. — Résumé géologique accompagnant la carte géologique de l'Ariège, de la Haute-Garonne, de la partie ouest de l'Aude et la partie est des Hautes-Pyrénées (B. S. G., 3^e série, 1).

En avril 1873, M. Garrigou présente à Paris, devant la Société géologique de France, la minute d'une carte des Pyrénées centrales dont la publication se fait attendre encore. Il donne à ce sujet une sorte de légende explicative qui réédite les idées émises dans ses travaux précédents. Il revient sur la stratification des granites pyrénéens, les intercalations schisteuses ou calcaires qu'ils renferment, les passages qu'ils présentent. A cette occasion, il produit une coupe du massif de Tabes, une autre de la région comprise entre le Tuque de Maupas et Luchon, et il indique de part et d'autre des alternances de calcaires dans le granite (2). S'occupant ensuite des terrains de transition, il dit

(1) Cette remarque nous paraît fort juste : d'une manière générale, il semble s'être produit, le long de la Pique, un mouvement de bascule amenant un relèvement de terrain du côté du massif granitique de Lès et Bossost, et, au contraire, affaissement vers les vallées d'Oueil et de Neste.

(2) M. Garrigou se base, pour prouver l'origine sédimentaire des granites, sur :

1^o Leur stratification ;

2^o L'existence, dans leur sein, de couches calcaires alternant avec ces granites ;

3^o Sur les passages lithologiques entre le granite et les roches sédimentaires.

Cela n'est vrai qu'en partie. Le gneiss est stratifié ou plutôt stratiforme ; mais le granite, sauf le granite fondamental (granite-gneiss), ne présente pas d'indices de

que, « presque à coup sûr, quand on rencontre dans les hautes montagnes des exploitations d'ardoises, on est dans le silurien inférieur. » La partie supérieure du silurien contient des bandes non continues de calcaire. Il attribue au dévonien le calcaire métallifère de Lassur, d'Albiès, des Cabannes, de Lercoul (1). Ajoutons que, pour lui, la coloration des marbres dévoniens se rattacherait aux mêmes sources internes qui ont apporté des minerais métalliques dans le calcaire métallifère.

L'auteur regarde à tort la lherzolite comme dévonienne; à tort aussi il attribue au dévonien l'ophite de la vallée d'Arse (Aulus), et croit trouver des passages entre cette roche et les schistes verts du dévonien. L'ophite résulte donc, d'après lui, « des transformations successives d'un dépôt de roches stratifiées (2). »

Le travail de M. Garrigou renferme une autre erreur capitale : c'est l'attribution au carbonifère du calcaire de Charpentier et du calcaire de Saint-Béat; si pour cette dernière localité l'erreur est excusable, il n'en est point de même pour le calcaire d'Aulus, où Dufrénoy avait signalé des fossiles liasiques, ni pour les calcaires de Moulis et de Balaguères qui renferment des fossiles du même étage.

Magnan.

1874. — Matériaux pour une étude stratigraphique des Pyrénées et des Corbières. — Œuvre posthume. — Mém. de la Soc. géol. de France, 2^e série t. X.

Ce géologue passe en revue les divers terrains des Pyrénées :

Laurentien. — Il admet au-dessus du granite fondamental, dépourvu de stratification, un terrain laurentien constitué aussi par des

stratification. Les alternances de calcaires existent dans le gneiss et les mica-schistes, jamais dans le granite proprement dit. Parfois, le granite semble former des alternances; mais alors, comme le montre plus tard M. de Lapparent pour les pegmatites de Luchon, ces sortes de couches résultent du remplissage de fentes parallèles qui ne sont autres que les plans de stratification.

Quant aux passages lithologiques invoqués par M. Garrigou, ils existent entre les gneiss et les micaschistes, entre les micaschistes et les schistes argileux, toutes roches sédimentaires, aussi entre le granite fondamental et le gneiss le plus ancien, mais jamais entre le granite massif et les autres roches. Presque toujours la séparation est des plus nettes, des plus tranchées.

(1) Nous avons eu déjà l'occasion de dire que le calcaire métallifère de l'Ariège appartient, d'après nous, au silurien moyen.

(2) Je dois reconnaître que, dans ce gisement, les transformations successives dont parle M. Garrigou m'ont complètement échappé. Je n'y ai vu qu'une roche éruptive s'étant fait jour en plein dévonien.

granites, mais des granites différents, ordinairement feldspathiques, à grands cristaux d'orthose, passant de la pegmatite à la leptynite; aussi des syénites et des protogines. « Ces roches, dit-il, offrent en » grand une *stratification évidente*; elles passent à des gneiss, des » granites-gneiss, à des gneiss plus ou moins noduleux, à des gneiss » proprement dits, à des schistes siliceux, à des schistes feldspathi- » ques, des schistes micacés, des talschistes, des pétrosilex, des » phyllades staurotidifères; en d'autres endroits elles alternent » notamment à leur partie supérieure, avec des schistes rubané, » pétrosiliceux, des eurites, des schistes graphitiques, des calcaires » marmoréens, des roches ophitiques (1). »

Pour lui, les granites ont une origine hydro-thermale. Tous, d'ailleurs, qu'ils soient *anciens* ou *laurentiens* « sont éminemment *passifs*, c'est-à-dire qu'ils n'ont pas soulevé nos montagnes (2). »

Il indique aussi dans le laurentien des roches ophitiques (3).

Cambrien. — Le laurentien de Magnan comprend une grande partie du cambrien de Leymerie. D'un autre côté, son cambrien correspond au silurien inférieur et supérieur du professeur de Toulouse.

Ce dernier étage a pour composition pétrographique des schistes graphitiques noirâtres, des schistes maclifères, des schistes pyriteux maclifères, des grauwackes schisteuses. Il y range, en outre, les schistes pétrosiliceux, les schistes talqueux satinés (pour nous archéens), et aussi les calcaires marmoréens et dolomitiques, les barégiennes (pour nous relevant du silurien moyen) : par exemple, les

(1) On peut voir, d'après cette citation, que son laurentien est, à peu de chose près, celui de M. Garrigou, et qu'il correspond au terrain cristallophyllien, au terrain archéen et même à une partie du silurien; ce qu'il appelle granite fondamental n'est, le plus souvent, que du granite éruptif ancien venu par failles.

Il s'est souvent mépris sur la nature même du terrain laurentien; il a parfois attribué à cet étage, par exemple aux environs d'Engomer, les schistes noirs à dipyre du terrain jurassique.

(2) J'admets avec Magnan que les granites n'ont pas eu d'action soulevante, comme le croyait Leymerie, mais avec cette réserve que le granite ancien a un caractère franchement éruptif.

(3) Les roches ophitiques indiquées dans cet étage appartiennent souvent à des étages tout différents : au dévonien (sud d'Aulus et d'Ustou), au jurassique (Siradan), au silurien moyen (Pic du Midi, col du Tourmalet), etc. Il n'a pas, dans son travail, distingué ce qui est sédimentaire de ce qui est éruptif, aussi voyons-nous placées côte à côte, dans la plus grande confusion, sous le titre de roches ophitiques laurentiennes, les amphibolites stratiformes des terrains primitifs et les véritables ophites éruptives, d'âge bien postérieur.

calcaires du port de Salau, de la vallée d'Aran, de la Penna Blanca.

Mêmes observations que plus haut pour ses roches ophitiques cambriennes.

Silurien. — Le silurien proprement dit, tel qu'il le décrit, ne s'applique guère qu'au silurien supérieur; l'existence de certains fossiles qu'il signale dans ce terrain (Paradoxides, Calymene Tristani), n'a pas été confirmée.

L'ophite qu'il indique à Lordat dans le terrain silurien est franchement éruptive et se trouve placée entre le terrain dévonien et le terrain jurassique.

Terrains post-siluriens. — Je n'ai point à m'occuper ici des terrains postérieurs au silurien. Je rappellerai seulement qu'il considérerait comme du vieux grès rouge dévonien le grès triasique des Pyrénées, comme carbonifères, les calcaires jurassiques de Saint-Béat, de Seix, d'Aulus et, en général, tous les calcaires à couzeranite et à dipyre. En somme, il partageait en bien des points les idées de Coquand et de Garrigou.

Coupes. — Magnan a donné de la région pyrénéenne un grand nombre de coupes transversales; malheureusement la plupart de celles que j'ai eu l'occasion de contrôler dans les Pyrénées montrent qu'elles ont été levées d'une façon trop hâtive, et comme pour justifier des idées préconçues : la région du Castillonnais en offre de nombreux exemples.

Carte géologique. — La grande carte des Pyrénées ne donne, des terrains primaires et primitifs, qu'une notion vague et incomplète; deux teintes seulement leur sont consacrées.

Quoique, en ce qui concerne les terrains anciens et les roches ophitiques tout ou presque tout soit à refaire, il faut reconnaître que Magnan avait, en un petit nombre d'années, réuni une grande quantité de matériaux dont il aurait probablement tiré un bon parti si la mort n'était venue l'arrêter prématurément.

On doit lui savoir gré également d'avoir montré le rôle des failles et des dénudations dans la région pyrénéenne, d'avoir cherché à débrouiller la structure de cette chaîne énigmatique; et si dans son travail se trouvent quelques défaillances, il a pour excuse les difficultés et l'étendue même du sujet qu'il avait embrassé.

De Tromelin et Grasset.

1877. — Revue scientifique (1^{er} septembre 1877).

MM. de Tromelin et Grasset comparent le silurien supérieur à orthocères, *cardiola interrupta*, *graptolites priodon*, des environs de Luchon à celui de Cabrières (Hérault). Dans cette dernière localité,

entre les calcaires ampéliteux siluriens et les griottes à goniates, se trouvent placés des calcaires dolomitiques à polypiers, avec *Atrypa reticularis*, et des calcaires bleuâtres à *phacops* ; ils les rapportent avec doute au dévonien, car leur faune a des affinités siluriennes et dévoniennes et renferme des espèces des étages F, G, H, de Barrande (1).

Michel-Lévy.

1877. — Note sur quelques ophites des Pyrénées (B. S. G., 3^e série, VI, p. 156).

Dans un travail accompagné de coupes micrographiques, l'éminent pétrographe étudie les ophites d'un grand nombre de localités pyrénéennes ; pour lui, ces roches, essentiellement éruptives, sont caractérisées par la présence du diallage ou de l'augite diallagisant, auquel s'ajoute du plagioclase et du fer titané. A ces éléments sont associés habituellement la hornblende, la serpentine, la chlorite, qui dérivent du diallage, l'épidote, qui est un produit secondaire, le sphène, qui provient du fer titané ; plus rarement, du quartz, de la magnétite, du mica magnésien.

Dans certains cas, l'épidote se serait formée au moment même de la constitution de la roche.

Les ophites ont, d'après M. Michel-Lévy, une structure spéciale (*structure ophitique*), intermédiaire entre la structure granulitique et la structure microlithique : elle est caractérisée par l'allongement des cristaux de plagioclase et leur englobement par le diallage où les produits qui en dérivent.

L'auteur étudie spécialement les ophites de Biarritz, de Salies. (Haute-Garonne), du Monné (Cauterets), de Laprebende (Basses-Pyrénées), de Lez... ; les unes sont à oligoclase, les autres à labrador.

Il compare les ophites aux gabbros de la Ligurie.

De Lapparent.

1879. — Note sur la pegmatite de Luchon (B. S. G., 3^e série, VIII).

1879. — Note sur un gîte de trilobites découvert par M. Gourdon aux environs de Luchon (B. S. G., 3^e série, VIII).

Dans une première note, M. de Lapparent s'élève contre les théories de M. Garrigou sur l'origine des granites. « Le docteur Garrigou s'est, » dit-il, prononcé catégoriquement en 1872 en faveur de l'origine

(1) Ces couches nous rappellent les calcaires à encrines qui, dans le pays de Luchon et surtout dans la vallée du Larboast, surmontent immédiatement les ampélites du silurien supérieur.

» métamorphique des granites et pegmatites de Luchon et, à cette
 » occasion, il n'a pas hésité à formuler des appréciations quelque
 » peu sévères contre les géologues qui, à l'exemple du regretté
 » M. Leymerie, attribuent à ces roches une origine franchement érup-
 » tive. » M. de Lapparent, pris aussi à partie, « fait connaître les
 » raisons qui lui font plus que jamais repousser l'opinion de
 » M. Garrigou.... »

L'auteur a repris la coupe de la roche de Superbagnères et il a vu, sauf un cas, que la pegmatite était toujours en filons transverses à la stratification, parfois même perpendiculaires. D'ailleurs, la présence de filons-couches peut s'expliquer par des apophyses de la roche éruptive. « Les fissures par lesquelles la pegmatite a pénétré » dans les schistes résultent d'un phénomène mécanique qui a brisé » les schistes, suivant la direction de moindre résistance. Ne doit-on » pas s'attendre à ce que les plans de schistosité figurent souvent » parmi ces derniers?... »

Il en conclut que la pegmatite est éruptive, et que la pegmatite et le schiste de Luchon ne sauraient être contemporains, comme le pense M. Garrigou (1).

Dans une autre note, M. de Lapparent appelle l'attention sur le gîte à trilobites de Cathervielle. Il a visité lui-même le gisement ; il a constaté que « les schistes presque verticaux avec plongement sud, » s'appuient contre des calcaires marmoréens d'un jaune rougeâtre, » formant la crête qui limite, au nord, la vallée du Larboust. »

Mallada.

1879. — Géologie de la province d'Huesca (Mapa geologico de España).

La province de Huesca (Aragon) a été l'objet d'un mémoire important dû à M. Mallada. Après un long préambule consacré à la géographie physique, par vallées, cet ingénieur passe en revue chacune des formations géologiques.

A propos des formations granitiques, il rappelle la classification des granites d'après Charpentier et Zirkel ; il décrit, d'une façon rapide, le granite des monts Maudits, celui du Posets, ceux de Bielsa et de Panticosa. Le premier varie beaucoup de caractères minéralogi-

(1) Nous adoptons pleinement les conclusions de cette note qui est une réfutation des doctrines de M. Garrigou : nous avons vu des filons transverses de pegmatite non seulement sur la route forestière de Superbagnères, mais encore en bien d'autres points, et notamment le long du chemin du Portillon, sur le versant de Bossost, où les pegmatites et autres roches granulitiques prennent un énorme développement.

ques ; le grain est généralement gros et la roche souvent porphyroïde. Le second se rattache à celui des montagnes d'Oo et de Clarabide et est porphyroïde comme eux (1).

Abordant ensuite les terrains de transition, il reconnaît la difficulté qu'il y a dans la distinction des divers horizons des terrains paléozoïques ; il rappelle que Dufrénoy y voit surtout du cambrien, Barrande et de Verneuil du dévonien ; quant à lui, il est porté à croire qu'en Aragon il y a du cambrien, du silurien, du carbonifère.

Il étudie ensuite les failles et les modifications dues au granite ; à ce propos, il montre que, dans la région du Posets, au contact du granite et du calcaire de transition, le calcaire passe à une ophicalce et s'imprègne de divers minéraux magnésiens ; on y trouve, en outre, des veines de serpentine verdâtre, parfois de l'asbeste, et, au microscope, la chlorite et le fer micacé y sont abondants (2).

Mallada donne du cambrien un aperçu très vague ; il y indique l'ottrélite et des roches rubanées. Même indécision à propos du silurien supérieur et du dévonien inférieur ; il s'en tient, à cet égard, aux déterminations de ses devanciers et surtout de de Verneuil.

Ce travail renferme ensuite une longue étude sur les ophites, des considérations sur les failles, notamment celle de la Maladetta (3),

(1) La présence de cristaux porphyroïdes d'orthose dans les deux massifs de la Maladetta et d'Oo, est en faveur de la communauté d'origine de ces deux massifs ; il en résulterait, selon nous, que le granite à grains moyens (granite pyrénéen de Zirkel) et le granite porphyroïde ne sont que des variétés, génétiquement similaires, d'une seule et même roche.

(2) Il semble légitime au premier abord de rattacher ces transformations à l'influence du granite des Posets, ce qui amènerait à une conclusion importante, à savoir que c'est après le dépôt de ce calcaire qu'il faut placer l'éruption de ce granite qui est, en somme, le granite dit pyrénéen. Mais n'a-t-on pas affaire, ici comme à la Maladetta, à une simple intrusion ? N'ayant pas visité la région des Posets, je ne puis me prononcer qu'avec réserve ; toutefois, je ferai remarquer que l'ensemble de ces actions métamorphiques et spécialement le développement de la serpentine, de l'asbeste, de la chlorite, du fer micacé, tous minéraux qui font habituellement cortège à nos ophites pyrénéennes, semble désigner moins l'action d'un granite que celle d'une roche magnésienne (diorite ou ophite) qui aurait suivi dans son *épanchement* les mêmes fractures que le granite lors de son *intrusion*.

Il est probable qu'il faut rapporter à des épanchements de ce genre, les veines d'épidote et les cristaux d'amphibole vert-sombre qu'on trouve dans les régions glacées du port d'Oo et de la Tuque de Maupas.

(3) Contrairement à Leymerie, et d'accord avec Magnan et Mallada, j'admets l'existence d'une faille à la base nord de la Maladetta. Au cours de ce travail, je chercherai à la suivre à travers la haute Catalogne et le pays andorran.

les mouvements du sol, les gîtes métallifères ; en outre, un catalogue de fossiles, de roches, de minéraux ; une carte géologique dans laquelle le silurien et le dévonien sont réunis ; plusieurs grandes coupes transversales dont trois passant par les monts Maudits, me paraissent, aux abords de la crête frontière, pouvoir être interprétées d'une manière différente.

Emilien Frossard.

1866-1879. — Notes diverses relatives à la géologie du département des Hautes-Pyrénées (Bulletin de la Soc. Ramond).

Emilien Frossard a laissé sur la géologie des Hautes-Pyrénées nombre de monographies locales ou régionales, intéressant plus particulièrement le Bigorre et le Lavedan. Ces pays ne rentrant pas dans le cadre de notre étude, nous n'y insisterons pas pour le moment. Nous citerons toutefois les travaux qui suivent :

Pour le Bigorre. — *Fossiles liasiques de Bagnères-de-Bigorre* (1866); *Serpentine de Médoux* (1869); *Constitution géologique des environs immédiats de Bagnères-de-Bigorre* (1870); *Le Bédat à Bagnères-de-Bigorre* (1879).

Pour le Lavedan. — *Fossiles dévoniens d'Argelès* (1867); *Course géologique de Lourdes à Gavarnie* (1868); *Le cirque de Gavarnie* (1874); *Le Piméné* (1878).

Frossard a publié ensuite quelques travaux d'ordre général ; tel est sa *Lithologie pyrénéenne* (1873), qui est une sorte de catalogue des roches recueillies dans le département des Hautes-Pyrénées.

Bien que ces diverses publications, essentiellement descriptives, ne soient accompagnées d'aucune coupe figurée, elles renferment de précieux renseignements minéralogiques ou pétrographiques pouvant servir de base à une étude approfondie de cette région pyrénéenne.

J. Schrader.

1879. — Observations sur l'orographie des Pyrénées (Bulletin de la Société Ramond, 1879).

M. Schrader a cherché à se rendre compte de l'origine des reliefs dans les Pyrénées centrales, et plus spécialement sur le versant espagnol. Se basant sur des brisures et des alignements de crêtes et de vallées, il en vient à cette conclusion que « les éléments de la grande chaîne pyrénéenne ne sont pas parallèles à l'ensemble de cette chaîne et ne lui donnent sa direction générale E. 9° S. ou E. 18° S. que grâce à une suite de cassures en forme de bayonnette. »

Depuis cette époque, ce géographe a publié quelques autres notes

relatives à la structure de la chaîne : *Observations sur l'orographie de la chaîne des Pyrénées* (C. R., 1878); *Aperçu sommaire de l'orographie des Pyrénées* (Annuaire du Club alpin, 1885) (1).

Seignette.

1880. — Essai d'études sur le massif pyrénéen de la Haute-Ariège (Thèse, Montpellier, 1880).

Seignette a étudié spécialement le massif pyrénéen de la Haute-Ariège : mais la géologie est par trop sacrifiée à la géographie physique ; plus de la moitié de l'ouvrage est consacrée à l'étude du relief : la topographie, l'hydrographie sont envisagées tour à tour sans que l'auteur nous fasse grâce de la moindre éminence, ni du moindre cours d'eau. Dans son dernier livre seulement, c'est-à-dire à la cent vingt-huitième page, il aborde l'étude des terrains cristallophylliens. Il y distingue deux étages : *étage inférieur*, gneiss, cipolins, schistes cristallins, calcaires et schistes des hautes régions, intercalés dans la formation granitique ; *étage supérieur*, formé de roches de grauwacke lie de vin ou violacée, de grès rubanés, de phyllades satinés à bancs quartzeux, de schistes maclifères (2). Il insiste principalement sur les formations primordiales, pour lesquelles il semble avoir de la prédilection et vers lesquelles son amour de la montagne, qui se révèle à chaque instant dans son ouvrage, le reporte continuellement ; aimant à vivre au milieu des cimes désolées et dans les sites les plus sauvages de la Haute-Ariège, il nous transporte dans les massifs affreux du Carlitte et de Fontargente pour nous faire suivre dans son trajet le *calcaire des lacs*, dont il suit la continuité depuis le lac de Nagnille jusqu'au voisinage du Montcalm.

Le terrain cristallophyllien est trop étendu vers le haut. Le silurien

(1) Dernièrement (19 décembre 1887), en présentant à la Société géologique les feuilles de sa carte relatives aux Pyrénées, M. Carez a déclaré que « dans l'état actuel de nos connaissances, on ne voit pas nettement les chaînons obliques à la direction générale de la chaîne, tels que M. Schrader les a indiqués. » De mon côté, il m'a semblé que les alignements invoqués par ce géographe ne correspondaient pas toujours à des alignements géologiques ; toutefois, je ne fais allusion ici qu'à l'Ariège et à la Haute-Garonne.

(2) Comme l'a dit M. Barrois, le groupement tenté par Seignette n'est pas heureux. Dans son cristallophyllien inférieur, qui, seul, à notre avis, correspond au cristallophyllien, il fait rentrer la bande schisto-calcaire de Nagnille qui est tout autre chose et se rattache aux formations paléozoïques de l'Aude (archéen et silurien). Son cristallophyllien supérieur renferme des roches nettement détritiques et n'a pas de raison d'être : il correspond à notre archéen et à notre cambrien.

est mieux compris, et dans sa coupe d'Ax au col de Marmare, nous retrouvons les diverses zones qui, pour nous, sont habituelles dans les Pyrénées ; la partie supérieure de cet étage, comme aussi la base, sont assez mal définies. C'est au silurien que Seignette rapporte le calcaire métallifère et il suit, avec le plus grand soin, son trajet dans l'Ariège. Le dévonien est à peine indiqué ; à vrai dire, il est très peu développé dans cette région. Quant au calcaire de Charpentier, il le regarde, à tort, comme du terrain primitif.

A l'exemple de Leymerie, dont il était l'élève, il considère les granites et les ophites comme des roches éruptives.

Au cours de notre travail, nous examinerons, avec plus de détails, l'œuvre de Seignette ; ses travaux dénotent qu'il a beaucoup couru, beaucoup observé, mais, en général, il n'a guère tiré parti de ses observations. On doit reconnaître toutefois que par ses études patientes, poursuivies avec ardeur pendant de longues années, ce géologue est parvenu à jeter un peu de jour sur les massifs montagneux de la Haute-Ariège ; si parfois les attributions d'étages laissent à désirer, presque toujours la succession qu'il donne est exacte ; de plus, ayant suivi le terrain pas à pas et l'ayant fouillé dans ses moindres détails, il a généralement apporté dans les délimitations des assises une précision digne d'éloges.

Hébert.

1880. — Terrain crétacé des Pyrénées (2^e partie). (B. S. G., 3^e série, VII.)

1884. — Le terrain pénéen de la Rhune et l'étage corallien des Pyrénées (B. S. G., 3^e série, IX).

En 1880, M. Hébert publie la seconde partie de son mémoire sur le crétacé des Pyrénées. Il attribue au néocomien moyen le calcaire à dicérates de Dufrénoy, dans lequel Leymerie voyait du grès vert supérieur au gault : il est caractérisé par le *Requienia Londsdalesi* et l'*Orbitolina conoidea* ; au-dessus, assises marneuses, à faune aptienne. Ces deux étages sont, d'autre part, indépendants, ce qui amène l'inutilité du terme Urgo-aptien, imaginé par Leymerie. Le néocomien inférieur fait défaut. Le gault est représenté en certains points.

En 1884, M. Hébert donne une coupe du pénéen de la Rhune, montagne déjà étudiée par la Société géologique de France, lors de la réunion à Bayonne. Cette coupe établit, du haut vers le bas, la superposition suivante :

1^o Marnes irisées ; 2^o grès bigarré ; 3^o grès vosgien (poudingue à galets de quartz impressionnés comme ceux du grès vosgien) ; 4^o conglomérat pénéen ; 5^o schistes houillers ; 6^o schistes dévoniens.

L'auteur ajoute ensuite quelques détails sur le corallien, étage déjà signalé en partie par Leymerie; il existe à Bize (Hautes-Pyrénées), à Heunemorte et Arbon (Haute-Garonne), au Pech Saint-Sauveur (à Foix); il est constitué par un calcaire à nérinées, tantôt noir, tantôt blanc, très compacte et marmoréen.

Barrois.

1880. — Note sur les fossiles de Cathervielle. (B. S. G. de Fr. 3^{me} série, VIII.)

1881. — Observations sur le terrain silurien de la Haute-Garonne. (Ann. Soc. géol. du Nord, X.)

1883. — Existence de trois faunes dans le silurien de la Haute-Garonne. (Ann. Soc. géol. du Nord, t. X.)

1883. — Sur la faune silurienne de la Haute-Garonne (id.).

1883. — Sur les ardoises à néréites de Bourg-d'Oueil. (Ann. Soc. géol. du Nord, Tome XI.)

M. Barrois a rendu, comme paléontologiste, de grands services à la géologie pyrénéenne, en déterminant les nombreux fossiles recueillis par M. Gourdon aux environs de Luchon. De ces fossiles, les uns étaient déjà connus dans la région de la Haute-Garonne, d'autres sont nouveaux. Ceci nous amène à examiner, un fois pour toutes, les découvertes de M. Gourdon qu'elles soient antérieures ou postérieures à 1880.

Dès longtemps avant cet explorateur hardi, on connaissait les gîtes de Marignac, de Pales de Burat, de Ladivert, du pic du Gar, du col de Mounjoye....., relevant du silurien supérieur; M. Gourdon y a recueilli quelques espèces qui avaient échappé à ses devanciers.

Les Myrianites de Bourg-d'Oueil étaient également connues; aussi la zone à Phacops, comme le déclare M. Barrois; M. Gourdon a eu la bonne fortune de découvrir sur cet horizon des gîtes fossilifères (Cathervielle, Poubeau...) d'une richesse exceptionnelle, comme espèces et comme individus.

La faune à *Echinosphærites* de Montauban-Luchon est bien de lui; nous ferons toutefois remarquer que c'est le niveau des Scyphocrinites déjà trouvés à Bachos par Leymerie.

Les graptolites qu'il signalait dernièrement (1) au-dessus de Cier et de Cazaril, sont dans une zone depuis longtemps attribuée au silurien supérieur: c'est, d'ailleurs, la continuation de l'horizon de Marignac et de la Barousse où Boubée et d'autres avaient trouvé des graptolites, du pic du Gar et de Bachos où j'avais déjà constaté l'existence de ces mêmes fossiles (2).

(1) B. S. G. 2 mai 1887, 20 juin 1887.

(2) Voir plus loin ma note sur la Vallée d'Aran et les pays adjacents, du 2 février 1887.

Ainsi, à peu de choses près, tous les horizons fossilifères de la Haute-Garonne étaient connus et signalés avant les recherches de M. Gourdon : on lui doit d'avoir, en fouillant ces gîtes ou les couches qui sont sur leur prolongement, mis à jour de nouvelles richesses. On sait, d'ailleurs, qu'il a été puissamment aidé dans ces découvertes par les persévérantes et intelligentes recherches de son compagnon de courses, l'espagnol Raphaël Angusto, qui, malgré son rôle effacé, est, à l'avis des nombreux géologues qu'il a accompagnés, un de ceux connaissant le mieux, au point de vue topographique, la constitution géologique des montagnes de Luchon.

Examinons maintenant les résultats qui découlent de l'étude de ces documents. Sans trop nous préoccuper de l'ordre chronologique des publications, voyons ce que représentent, d'après M. Barrois, ces diverses zones fossilifères.

Comme ses devanciers, il n'hésite pas à ranger dans le silurien supérieur, au niveau du Wenlock, les couches à *cardiola interrupta* de Marignac.

Parmi les fossiles recueillis à Montauban, il reconnaît, à côté d'encrines, de zaphrentis, de polypiers hexacoralliens, un fossile caractéristique, l'*Echinosphærites balticus*, qui le porte à mettre cette zone sur l'horizon du calcaire de Bala et, par suite, à la partie supérieure du silurien moyen. Il admet, à juste titre, que le calcaire à echinosphærites est synchronique des schistes alumineux à nodules calcaire de Bachos et de Signac, dans lesquels Leymerie avait signalé le *Scyphocrinus elegans*; d'ailleurs, le fossile figuré par ce dernier ne serait autre, d'après le savant conférencier de Lille, que l'*Echinosphærites* lui-même.

La zone à néréites de Bourg-d'Oueil a été placée provisoirement par ce même géologue entre l'horizon des cardioles et celui des echinosphærites, et cela d'après de prétendues analogies avec le niveau à néréites découvert par M. Delgado dans le Portugal (1).

La faune si riche de Cathervielle et de Poubeau, où M. Barrois a découvert tant d'espèces intéressantes, dont quelques-unes paraissent nouvelles, est attribuée par lui à la faune hereynienne; au début, il

(1) Cette assimilation que M. Barrois présente, il est vrai, avec la plus grande réserve (car il se base sur de simples ressemblances paléontologiques), nous paraît plus que douteuse : nous n'avons pas trouvé des ardoises analogues à celles d'Oueil entre la faune seconde et la faune troisième; d'autre part, le gîte de Bourg-d'Oueil est en plein dévonien et, à moins d'invoquer une faille que nous n'avons pas vue, paraît se rattacher à la partie supérieure de cet étage plutôt qu'à sa base.

la rattachait au silurien le plus élevé; dans ses derniers travaux, il tend à la mettre à la base du dévonien inférieur (1).

Ajoutons que dans un bloc erratique trouvé par M. Gourdon au pied du Gar, M. Barrois a reconnu le *Trinucleus Golfussi* et de nombreux orthis, ce qui le porte à rattacher ce niveau à la faune seconde du silurien (2).

Leymerie.

1881. — Description géologique et paléontologique des Pyrénées de la Haute-Garonne (Toulouse : Privat, éditeur).

Leymerie allait donner au monde savant un grand travail sur les Pyrénées de la Haute-Garonne, lorsque la mort vint le surprendre avant son achèvement complet; heureusement, son œuvre était déjà très avancée, de sorte que son successeur à la Faculté des sciences de Toulouse, M. Louis Lartet, put la mener à bonne fin, en compulsant les nombreuses notes ou mémoires que l'auteur avait déjà publiés. Cet ouvrage, d'ailleurs fort volumineux, est accompagné d'une carte géologique et d'un album de coupes et fossiles. Nous renverrons, pour son analyse, à la savante étude qu'en a donnée M. Hébert dans le *Bulletin de la Société géologique* et à la notice biographique publiée par M. Louis Lartet dans le même recueil; nous nous bornerons ici à résumer les vues de Leymerie relativement aux terrains cristallins et paléozoïques, encore le ferons-nous de la manière la plus succincte, d'un côté parce que nous aurons l'occasion d'y revenir au cours de nos descriptions régionales, de l'autre parce que ce dernier travail de Leymerie, n'étant, en somme, que la synthèse de ses publications antérieures, l'analyse que nous donnerions ferait double emploi avec nos analyses précédentes. Voici, d'après cet éminent géologue, la constitution générale des divers terrains :

1° *Terrain cristallophyllien*. — (Pour lui, terrain granitique). Formé de granite-gneiss, de gneiss, leptynites, micaschistes, calcaires cristallins (notamment calcaire de Saint-Béat);

(1) C'est aussi la conclusion à laquelle nous arriverons au cours de ce travail (à propos de la vallée du Larboust), conclusion qui nous a été suggérée par l'étude du terrain : en effet, ces schistes à trilobites sont très loin des schistes à graptolites du silurien supérieur; ils en sont séparés, notamment, par un puissant calcaire à encrines; ils sont, au contraire, du côté nord, très rapprochés des griottes dévoniennes. Nous insisterons sur cette question en étudiant la vallée de Larboust.

(2) Cette grauwacke à orthis m'a paru être sur l'horizon des schistes à orthis que j'avais déjà trouvés aux environs de Sentein, alternant avec les couches à echinosphærites.

2° *Cambrien*. — Schistes azoïques plus ou moins brillants, micacés, talqueux, feldspathiques, siliceux, maclifères, à staurotides; phyllades gneissiques. Le cambrien de Leymerie correspond, pour nous, partie au silurien inférieur (cambrien), partie au terrain archéen. L'auteur signale une faible discordance entre cet étage et le silurien proprement dit; il en exclut le calcaire;

3° *Silurien*. — Schistes et grauweekes maclifères, schistes carburés et pyriteux, calcaire noir à orthocères, scyphocrinites, *Cardiola interrupta*, calcaires rubanés; le tout représentant le silurien supérieur (1);

4° *Dévonien*. — Il y distingue trois étages:

1° *Inférieur*. — Couches à phacops et à encrines de Signac; dalles lustrées de Cier-de-Luchon;

2° *Moyen*. — Calschistes amygdalins à goniatites, clyménies, encrines;

3° *Supérieur*. — Schistes en partie ardoisiers; grès blanc et quartzites (2);

5° *Houiller*. — Pour Leymerie, absence du terrain houiller;

6° *Trias ou Permien*. — Il y rapporte les grès rouges et les pou-

(1) Nous avons ici une critique importante à formuler: Leymerie ayant trouvé dans des schistes noirs ampéliteux la faune du silurien supérieur (cardioles, orthocères), fut porté à attribuer à cet étage tous les schistes carburés. Or, mes recherches m'ont montré qu'il en existe à deux niveaux bien distincts: la zone la plus élevée correspondant au silurien supérieur, la zone inférieure à la base du silurien moyen. Entre les deux existe, d'une façon à peu près constante, une zone schisto calcaire, formée habituellement de dalles lustrées et de schistes ardoisiers alternant un grand nombre de fois. Dans certain cas, Leymerie regarde la zone inférieure comme devant sa matière charbonneuse aux imprégnations de la zone supérieure (Arguts); dans d'autres cas (vallée de la Pique), il admet que les deux zones sont équivalentes et se raccordent l'une à l'autre en profondeur, ce qui l'amène finalement à placer dans le dévonien inférieur la zone schisto-calcaire intermédiaire.

Comme résultat pratique, il s'ensuit que son silurien supérieur correspond à la fois au silurien moyen et au silurien supérieur, et que la zone schisto-calcaire qu'il a mise dans le dévonien inférieur doit être restituée au silurien moyen.

Cette modification entraîne des changements notables dans la carte de la Haute-Garonne, en ce qui concerne les terrains anciens, et particulièrement dans la vallée de la Pique.

(2) A propos du dévonien, les couches à phacops sont bien du dévonien inférieur, mais les dalles lustrées de Cier (zone schisto-calcaire précédemment indiquée) appartiennent au silurien moyen.

L'étage des calschistes amygdalins relève du dévonien supérieur. Quant à l'étage supérieur, les découvertes de M. Lartet le feront rattacher au terrain carbonifère dont Leymerie avait mis en doute l'existence dans les Pyrénées centrales.

dingues quartzeux que Coquand, Garrigou et Magnan attribuaient au vieux grès rouge dévonien.

7° *Jurassique et Crétacé*. — Nous n'avons pas à nous occuper ici du jurassique et du crétacé ; faisons toutefois remarquer que, par suite de l'embarras qu'il éprouvait à limiter ces deux systèmes de terrains en l'absence de la beauxite, il les réunissait sous le nom commode, mais peu précis, de jura-crétacé ; à cet égard, ainsi que l'a fait remarquer M. Hébert dans son analyse, il y a encore beaucoup à faire, et les Pyrénées n'ont pas dit leur dernier mot.

En ce qui concerne les roches éruptives, nous avons déjà dit que Leymerie leur prêtait un rôle par trop actif ; il les désigne souvent, dans ses divers mémoires, comme des *typhons* ayant percé violemment les couches, produit des dislocations et des bouleversements. L'ophite présente au plus haut degré ces caractères.

Nous indiquerons, quand nous nous occuperons des roches éruptives, quelle était sa manière de voir à propos des granites ; déjà nous y avons insisté à l'occasion de sa note sur la Maladetta.

Quant aux ophites, il s'est toujours montré partisan convaincu de leur origine éruptive, alors même que les idées de métamorphisme étaient le plus en faveur ; il admet que ces roches ont exercé sur les terrains environnants une action considérable et déterminé la formation du gypse et du sel gemme. Leymerie, à l'exemple de Dufrénoy, estimait que les roches vertes sont d'âge récent et ont produit le soulèvement le plus important des Pyrénées.

Bien qu'en retard sur quelques points, le travail de Leymerie est une œuvre capitale qui sera toujours consultée avec fruit par tous ceux qui s'occupent de géologie pyrénéenne.

Hébert.

1881. — Les Pyrénées, par Leymerie (B. S. G., 3^e série, X).

L'éminent professeur de la Sorbonne rend hommage au travail de Leymerie, « qui avait coûté tant et de si longs labeurs. » — « Mais, dit-il, les géologues qui savent le temps qu'exigent les travaux sérieux, ne s'étonneront pas du nombre d'années (plus de trente-cinq ans) que Leymerie a mis à l'élaboration complète de son ouvrage. Lorsqu'il a commencé, ajoute-t-il, on savait bien peu de chose sur les Pyrénées, malgré les travaux de Ramond, de Palassou, de Charpentier et de Dufrénoy. »

M. Hébert analyse ensuite à grands traits cette œuvre capitale et en discute les principaux éléments. Il pense qu'une partie des grès rouges cités par Leymerie sont pénéens. Le jurassique de Leymerie « ne peut être regardé que comme une réunion d'indices. » A propos

des ophites et des gypses et sels qui les accompagnent fréquemment, M. Hébert fait remarquer que personnellement il considère depuis longtemps cette série comme du trias. Il ajoute que la plupart des ophites, sinon toutes, ont fait éruption au commencement de la période secondaire.

« L'ouvrage de Leymerie est, dit-il, un monument important de la géologie française. Les explorateurs qui ont essayé ou essayeront de déchiffrer cette intéressante, mais difficile région des Pyrénées, rendront toujours et hautement hommage au mérite et au dévouement scientifique de l'auteur. »

Johannes Kühn.

1884. — Recherches sur les ophites des Pyrénées. Traduit de l'allemand par L. Bræmer (Toulouse, 1885). B. S. d'hist. nat. de Toulouse.

Dans sa thèse inaugurale, le docteur Johannes Kühn, de Leipzig, résume les données acquises sur les ophites des Pyrénées et reprend leur étude micrographique. A cet effet, il distingue les ophites à hornblende primaire, les ophites à augite diallagique, les ophites à ouralite, les ophites à viridite. Il est partisan de leur origine éruptive; n'ayant pas fait d'observations stratigraphiques dans les Pyrénées, il ne se prononce pas sur leur âge et se contente de relater les diverses opinions émises à ce sujet. Il conclut de cet exposé que la « question de l'âge géologique des ophites est loin d'être résolue. » Au point de vue pétrographique, il rapproche ces roches des diabases.

Stuart Menteath.

1884. — Note préliminaire sur les Pyrénées de la Navarre, du Guipuzcoa et du Labourd (B. S. G., 3^e série, IX).

1884. — Sur la géologie des Pyrénées de la Navarre (B. S. G., 3^e série, IX).

Dans une note préliminaire sur les Pyrénées de l'Ouest, l'auteur indique l'indépendance du grès rouge par rapport au dévonien. Sur sa carte figurent plus de soixante gisements d'ophites, représentés au contact ou au voisinage du trias. L'ophite de la Rhune, augitique et en partie spilitique, semblable, d'après lui, aux dolérites d'Edimbourg, aurait changé en jaspe le trias du toit. Le granite des Trois-Couronnes est considéré comme postérieur au trias.

Le mémoire qui fait suite à cette note renferme quelques renseignements complémentaires; l'auteur signale des quartzites dans le silurien, rattache au carbonifère les griottes, aussi les phyllades à lydienne et la grauwacke schisteuse. Cet ouvrage renferme de nombreux détails sur l'ophite; citons notamment quatre gisements d'ophite spilitique situés dans le permien et ne se trouvant que là.

L'auteur signale à Saint-Pé (Basses-Pyrénées) l'existence du Corallien.

De Lapparent.

1881. — Observations à la note de M. Menteath sur la géologie des Pyrénées (B. S. G., 3^e série, IX).

M. de Lapparent fait observer qu'aucun de ces pointements ophi-
tiques ne se fait jour dans les régions où le trias couvre de grandes
surfaces. Ces pointements n'apparaissent dans le trias que dans les
endroits bouleversés. Il admet, en conséquence, que « l'ophite est,
» non pas une formation subordonnée au trias, mais une roche érup-
» tive dont l'épanchement a coïncidé avec les dislocations qui ont
» fait venir ce dernier terrain au jour... »

Hébert.

1882. — Excursion géologique dans l'Ariège (réunion de Foix, 27 sep-
tembre 1882) — (B. S. G., 3^e série, X).

Passant en revue les divers terrains rencontrés dans l'Ariège par
la Société géologique, M. Hébert rappelle qu'au cours de l'excursion
on a vu, à Arignac, du vrai gneiss avec cipolins recouverts par des
micaschistes ; au sud de Vicdessos, du granite ancien paraissant ren-
fermer des fragments de gneiss et, à ce propos, il se demande si c'est
le même que celui de Foix.

Ni l'archéen, ni le silurien n'ont été rencontrés ; néanmoins, la
découverte par M. Hugues, professeur à Cambridge, de schistes noirs
à graptolites dans la brèche de Montgaillard, dénote la présence de
ce dernier terrain. On a vu, aux environs de Castelnau-Durban, le
dévonien intérieur recouvert par un poudingue que surmontent, à leur
tour, des calcaires à encrines et des assises à goniatites ; près de Ri-
mont, du trias analogue à celui de la Lorraine.

Les marnes infraliasiques ne se séparent des marnes irisées que
par la présence de fossiles marins. L'infralias est constitué, en
outre, par des calcaires en plaquettes ; au-dessus, viennent des
brèches bitumineuses, des calcaires compactes et bréchiformes repré-
sentant l'infralias supérieur et le calcaire à gryphée arquée.

M. Hébert passe ensuite à l'examen des autres terrains en insistant
tout particulièrement sur le crétacé et l'éocène, qui présentent un
magnifique développement.

Il ajoute que, dans l'Ariège, « il y aurait des recherches des plus
» intéressantes à faire au point de vue des formations éruptives an-
» ciennes et des schistes cristallins. »

Pouech.

1892. — Note sur le massif calcaire de Tarascon-Ussat (B. S. G., 3^e série; X).

M. l'abbé Pouech a analysé avec un soin scrupuleux le grand massif calcaire que recoupe l'Ariège entre Tarascon et les Cabannes; il y distingue six assises relevant du crétacé et du jurassique.

La coupe de Verdun est particulièrement instructive; elle nous montre qu'au-dessous du lias moyen fossilifère, représenté par des schistes argileux noirs alternant avec quelques bancs calcaires, se trouve un puissant calcaire cristallin, habituellement blanc, parfois noir, riche en couseranites, dont il a suivi la continuité jusqu'à Seix et Sentenac. Ce calcaire, sur l'âge duquel l'auteur ne se prononce pas (1), repose sur un ensemble formé de schistes tantôt noirs (schistes alunifères de Bouan) tantôt verts et de calcaires métallifères, qu'il rapporte avec hésitation au silurien ou au dévonien (2).

Dieulafait.

1882. — Etude sur les ophites des Pyrénées (Annales des sc. géol., t. XVI).

Ce remarquable mémoire est divisé en cinq parties : 1^o succession des étages ; 2^o examen des publications de Leymerie, Mussy, Magnan, Garrigou, à propos des ophites ; 3^o âge des ophites ; 4^o prétendues relations des ophites avec le gypse et le sel gemme ; 5^o origine des ophites.

L'auteur accepte, dans ses traits les plus essentiels, la classification de Leymerie, sauf sur quelques points spéciaux, tels que le magma de Cierp, le calcaire de Saint-Béat, le grès rouge. Il admet que le granite de Saint-Béat est le granite fondamental, le granite antégneissique, butant par faille contre le calcaire de Saint-Béat. D'ailleurs, aucun granite pyrénéen n'est, pour lui, éruptif. Après avoir donné quelques coupes des environs de Saint-Béat (coupes du Mount, d'Arri, de

(1) Il ressort de cette coupe que ce calcaire est plus ancien que le lias moyen. Nous verrons qu'ailleurs, et notamment dans le Castillonnais, il est plus récent que le trias sur lequel il repose. Il semble donc bien tenir la place du lias inférieur et peut-être d'une partie de l'infralias. Nous avons déjà dit que le calcaire de Verdun correspond à celui de Castillon et de Saint-Béat.

(2) Les schistes noirs de Bouan ne sont autres, pour nous, que les schistes carbonés du silurien supérieur. Quant au calcaire métallifère, malgré ses colorations vives qui lui donnent un faux air de dévonien, nous le rapportons au silurien moyen. D'ailleurs, M. Pouech a bien vu, ainsi que l'indique sa coupe n^o 3, que ce calcaire est placé entre deux horizons de schistes.

Cierp) (1), il étudie le magma de Cierp et discute à ce sujet les appréciations de Leymerie. Pour Dieulafait, ce magma est analogue à l'ophite de Lez. « C'est un dépôt boueux parti pour devenir de » l'ophite, mais dont la transformation s'est arrêtée en chemin ; c'est » seulement dans certaines parties que les réactions indispensables » à la formation de l'ophite ont pu s'effectuer complètement (2). »

Relativement à l'âge du calcaire de Saint-Béat, j'adopte pleinement ses conclusions : il le rattache au lias, et plus particulièrement au calcaire rubané, avec lentilles de calcaire saccharoïde, situé au-dessous du calcaire à bélemnites ; au pic du Gar, ce calcaire rubané a, d'après lui, une épaisseur de 100 à 200 mètres.

Dieulafait admet, comme représentant le vieux grès rouge, un grès rouge inférieur qui succède au calcaire à goniatites et est surmonté de schistes noirs avec charbon ; au-dessus, viennent des grès psam-

(1) L'allure des couches n'est généralement pas celle que donne Dieulafait : dans la coupe du Mount, notamment, il figure l'ophite comme formant un pli synclinal très accusé, dans lequel serait logé le calcaire cristallin ; or, rien n'indique qu'il en soit ainsi ; au sud de Saint-Béat, le calcaire, l'ophite, le trias, sont disposés verticalement, et je suis porté à croire que l'ophite forme sur ce point le remplissage d'une faille.

(2) Nous n'avons vu à Cierp aucun fait de nature à justifier la théorie singulière de Dieulafait ; nous ne trouvons là aucun indice pour que le magma de Cierp soit une sorte d'ophite qui n'est pas arrivé à terme. A cet égard, laissons la parole à M. Stuart Menteath (Gisements métallifères des Pyrénées occidentales, B. S. G., 3^e série, XIV, 1886), qui s'est beaucoup occupé des ophites pyrénéennes. « M. Dieulafait, dit-il, a signalé tout ce qui convenait à sa thèse et ignoré tout ce » qui ne lui était pas favorable. Je pourrais réfuter pas à pas, dans toutes les parties des Pyrénées, les assertions de M. Dieulafait. Mais son travail étant surtout » une discussion d'observations de seconde main, on m'excusera si je me contente » de faire constater que je regarde tout ce qui est nouveau dans la note en question, comme controuvé complètement par ce qui est clair et incontestable sur les » questions des ophites. »

M. Menteath me semble un peu sévère dans sa critique, notamment en ce qui concerne le magma de Cierp. « Supposer, dit-il, que le magma représente des » schistes partis pour devenir de l'ophite, me paraît dépasser toutes les limites » permises dans la voie de l'hypothèse et prouver une familiarité fort restreinte » avec les caractères habituels des gisements ophitiques. »

Pour M. Menteath, ce magma est une des « brèches de friction qui accompagnent » fréquemment l'ophite dans toute la chaîne et qui contiennent des échantillons de » toutes les roches du voisinage. » Je me range à l'avis de M. Menteath, et je suis porté à croire que le magma de Cierp n'est pas un cas isolé, mais se retrouve en plusieurs autres points de la chaîne et surtout dans le Castillonnais, aux environs de Bordes, où je l'ai désigné, par analogie, sous le nom de *magma de Bordes*.

mitiques et des poudingues représentant le trias, et, enfin, des marnes salifères avec pointements d'ophite.

Quant à l'âge des roches ophitiques, « ces roches commencent, » dit-il, avec les plus anciens terrains sédimentaires; elles montrent » une première manifestation importante dans le silurien et le dévonien, sans arriver jusqu'au calcaire à goniatites; puis, une seconde » dans les terrains rapportés généralement au permien et au trias; » en aucun point, elles ne dépassent l'horizon du trias supérieur. » L'âge de ces roches est déterminé par l'âge des roches sédimentaires au milieu desquelles elles se trouvent intercalées (1).

Le reste du travail est plus spécialement consacré aux ophites; Dieulafait a examiné la plupart des gîtes signalés par ses devanciers et est arrivé à cette conclusion: c'est que les gisements sont plus anciens que la base du lias. « En aucun point des Pyrénées, les » ophites ne pénétrèrent même dans la base du lias. Dans les gisements très nombreux où l'on avait signalé des ophites appartenant » à des terrains plus récents, j'ai fait voir qu'on s'était mépris sur » l'âge des terrains encaissants ou qu'on avait considéré comme relations normales des rapprochements fortuits de terrains anciens » en contact par des failles. » Il ajoute que, partout où l'on peut voir nettement sur quels terrains repose l'ophite, on constate que ces terrains sont, ou des arènes granitiques, ou des schistes anciens, et surtout des schistes psammitiques et gréseux liés au calcaire à goniatites.

D'après Dieulafait, les ophites n'ont pas de relation, ni comme âge, ni comme origine, avec le sel et le gypse; ce sont des roches sédimentaires résultant de réactions chimiques par voie humide seule (2).

Viguiér.

1882. — Etude stratigraphique sur les formations secondaires et primaires des Pyrénées de l'Aude. (Revue des sc. nat. de Montpellier, juin, 1882).

1883. — Note sur le terrain de transition des Corbières (B. S. G., 3^e sér., XI).

M. Viguiér établit, à l'aide de coupes, la succession des terrains primitifs et anciens dans l'Aude: 1^o gneiss; 2^o micaschistes et schistes

(1) Cet argument serait sans réplique, si l'ophite était sédimentaire; il n'a pas de valeur si l'ophite est éruptive, comme on l'admet généralement aujourd'hui. C'est en partant du même principe que Magnan et Garrigou avaient trouvé des ophites à tous les niveaux, et qu'ils admettaient des ophites laurentiennes, des ophites siluriennes, des ophites carbonifères, etc.

(2) L'origine interne de l'ophite est aujourd'hui regardée comme un fait acquis, de sorte que la théorie des ophites sédimentaires, mise en avant par Virlet d'Aoust, défendue ensuite par Garrigou, Magnan, Dieulafait, semble avoir fait son temps.

sériciteux ; 3° schistes carburés (silurien) ; 4° schistes et calcaires à zones de silex (base du dévonien) ; 5° schistes et calcaires marmoréens rouges, verts et violets (dévonien supérieur). Il tend à rattacher au carbonifère, à l'exemple de Magnan, le calcaire marmoréen de Charpentier, notamment celui de Camurac.

Dans une deuxième note relative aux Corbières, il distingue deux niveaux dans le silurien : à la base des schistes satinés gris sans fossiles, dans le haut des schistes noirs à nodules et à *orthoceras bohemicum*.

Gosselet.

1883. — Une excursion dans les Pyrénées (Soc. géol. du Nord. Annales, X, p. 408).

Le savant professeur de Lille fait part de quelques rapprochements que lui a suggérés son excursion dans l'Ariège, lors de la réunion de la Société géologique à Foix. Les schistes à rhynchonelles des environs de Rimont lui paraissent appartenir au niveau du Néhou ; il rapporte au Frasnien les calcaires rouges, noirs ou gris-foncé du vallon de l'Artillac. Il tend, d'autre part, à rattacher, avec M. Barrois, les griottes au carbonifère.

Maurice Gourdon et A. de Grammont.

1883. — Note sur le lias de la Haute-Garonne (B. S. G., 3^{me} série, 1883).

MM. Gourdon et de Grammont découvrent près d'Antichan, sur la route de Saint-Pé-d'Ardet, dans des marnes schisteuses presque verticales situées au nord du massif du Gar, une faune variée (Térébratules, Rhynchonelles, Peignes, Ammonites, etc.), laquelle, d'après MM. de Lapparent et Douvillé qui ont déterminé ces fossiles, appartient à la zone inférieure du lias moyen.

Thos y Codina

1884. — Exploration physique, géologique et minière des vallées de l'Andorre (1^{re} édit., 1884, Bol. com., XI, Madrid ; 2^e édit., 1885, Barcelone, Imprimerie Péninsulaire).

Cet ingénieur du corps des mines a publié une notice géologique sur l'Andorre. Pour lui, le terrain strato-cristallin est représenté par des gneiss, des micaschistes, des talschistes ; le cambrien, par des phyllades maclifères et satinés ; le silurien, par des schistes divers, des grauwackes, des quartzites, etc., des calcaires (certains, pourtant, pouvant être du dévonien).

Dans cet ouvrage, pas de coupes figurées ; seulement quelques

itinéraires géologiques trop succincts. La carte est aussi très sommaire ; deux divisions seulement et deux teintes : l'une pour les roches hypogènes, l'autre pour le terrain primaire. La coupe de Durocher et celle de Seignette sont plus explicites.

De Lacvivier.

1884. — Etudes géologiques sur le département de l'Ariège et en particulier le terrain crétacé (*Annales des sciences géologiques*, t. XV).

A propos de son étude sur le crétacé de l'Ariège, M. de Lacvivier donne un aperçu sur les terrains anciens et primordiaux. Il montre que le gneiss joue un rôle important dans la haute vallée (1). L'étagement des micaschistes est parfois exagéré (2) aux dépens du terrain archéen et même du silurien (vallée de Soulan). L'auteur signale des cipolins sur les bords de l'Arac et dans la Barguillière.

M. de Lacvivier trouve de l'archéen dans la Haute-Ariège ; mais il ne sait guère trop ce qu'il doit lui rattacher ; à l'archéen, il rapporte avec raison les schistes maclifères de la vallée de Siguer et la série de Naguille ; mais ici le silurien prédomine.

Avec raison aussi il rattache au silurien les quartzites et les schistes siliceux. Toutefois, il ne croit pas qu'il soit possible d'y établir dans l'Ariège une division quelconque : il se contente de signaler son parcours et de dire qu'il est composé de schistes noirs, de schistes de diverses couleurs, de schistes ardoisiers, de calcaires gris ou noirâtres, de calcaire métallifère, celui-ci étant à la partie supérieure de cet étage (3). Pour lui, le silurien est séparé du dévonien par une brèche schisteuse ou calcaire. C'est à tort qu'il met dans le silurien les schistes noirs d'Alos et de la vallée du Sour qui sont en rapport avec le lias fossilifère de la Bellongue et de Moulis (4).

(1) On sait que Durocher, Zirkel et d'autres géologues avaient prétendu que le gneiss ne constitue pas, dans les Pyrénées, de formation indépendante.

(2) Il en convient dans l'appendice de son ouvrage, p. 489 : « il doit reconnaître, dit-il, que dans une grande partie de son parcours, ce micaschiste passe à un schiste pyriteux appartenant à une formation puissante rapportée au silurien. »

(3) Plus exactement, il se trouve dans le silurien moyen, tantôt à la base, tantôt au toit de cet étage.

(4) Dans l'appendice de son travail, il change complètement d'avis en ce qui concerne le silurien, et il dit à la page 290 qu'« il ne voit rien qui puisse représenter cet étage dans l'Ariège. » Que deviennent alors les calcaires à orthocères, les schistes à graptolites, ceux notamment contenus dans la brèche de Montgailard ?

Le dévonien est généralement bien suivi, mais l'auteur n'indique guère de divisions dans cet étage; dans le vallon de l'Artillac il semble avoir méconnu les véritables rapports des assises en invoquant un renversement qui n'existe pas.

L'auteur n'admet ni carbonifère, ni permien dans le département. La partie capitale de son travail est l'étude du crétacé; je n'ai point à m'en occuper ici.

M. de Lacvivier émet quelques considérations sur les roches éruptives.

a. — *Roches granitiques*. — Il y reconnaît, avec Mussy, trois massifs :

1^o Massif de la frontière; 2^o massif de Viedessos et des Trois-Seigneurs; 3^o massif de Saint-Barthélemy, de Mercus et de la Barguillère.

Le premier lui paraît de beaucoup le plus ancien; les relations des deux autres massifs avec les terrains secondaires sont, à ses yeux, une preuve de leur formation plus récente (4).

b. — *Ophites*. — Il considère les ophites et les lherzolites comme des roches éruptives venues par des dislocations ou des failles. Les ophites les plus récentes se montrent à la base du jurassique; la présence de ces roches dans des terrains plus élevés dans la série peut s'expliquer par des failles.

La carte au $\frac{1}{320000}$ qui accompagne l'ouvrage sépare le granite du gneiss et distingue les micaschistes, l'archéen (2), le silurien, le dévonien, le trias, etc.

L. Lartet.

1884. — Sur le terrain carbonifère des Pyrénées centrales (Comptes-rendus, 4 août 1884).

Dans une zone désignée par M. Mussy sous le nom de « schistes tenant la place du terrain houiller, » M. Rougé, instituteur de Larbont

(4) La relation d'une masse granitique avec tel ou tel terrain n'est pas, à mon avis, une preuve suffisante pour qu'on puisse se prononcer sur son âge. A cet égard, le terrain granitique de la Barguillère est aussi ancien que celui de la frontière ou que celui du Saint-Barthélemy : tous, en effet, renferment des cipolins, des micaschistes, du gneiss. Seulement, dans ces massifs, il y a des granites de divers âges qu'il importe de distinguer : c'est ainsi que le granite fondamental de Seix et de Soulan est plus ancien que celui du sud de Viedessos (Bassiès).

(2) En ce qui concerne les formations les plus anciennes, la carte de M. de Lacvivier n'est pas toujours d'accord avec le texte : ainsi l'archéen n'est figuré qu'aux environs du col de Marmare; nous croyons que sur ce point il y a tout autre chose; le véritable archéen se trouve sur la lisière nord des micaschistes et parfois même dans l'étage des micaschistes de M. de Lacvivier.

(Ariège), en défonçant le sol pour y faire un jardin, mit à nu, en 1883, un certain nombre de fossiles, parmi lesquels dominaient les encrines, les brachiopodes, les polypiers.

Conduit à ce gîte par M. Roussel, professeur à Foix, qui avait été un des premiers informé de cette trouvaille, M. Louis Lartet étudia avec soin ce terrain, et, à la suite de recherches multipliées, découvrit, soit à Larbont, soit sur le prolongement des schistes de Larbont, une riche faune renfermant quelques espèces caractéristiques du carbonifère : c'étaient des trilobites (*Phillipsia*), des posidonomyes, des fenestelles, plusieurs espèces de productus (*P. giganteus*, *P. semi-reticulatus*), des spirifères, de nombreux crinoïdes, des bivalves, des gastéropodes. Ces schistes, qu'il appelle « schistes de Larbont, » lui rappellent, comme faciès et comme fossiles, ceux de l'Ardoisière près Vichy ; il les attribue au carbonifère inférieur. Ils reposent sur des griottes, mais en sont séparés par des schistes violacés et des assises froissées, tourmentées, de schistes noirs et de lydiennes. Au-dessous viennent des calcaires dolomitiques et à crinoïdes, puis des calcaires à *atrypa reticularis*, des schistes et grauwackes à spirifères, enfin, des schistes et calcaires à *chonetes sarcinulata* paraissant représenter le dévonien inférieur. Les schistes de Larbont sont parfois discordants et même un peu transgressifs par rapport aux griottes, ce qui empêche l'auteur de rapprocher ces dernières roches du carbonifère.

Ainsi, cette note importante, non seulement proclame l'existence du carbonifère inférieur, mais encore nous donne la composition du terrain dévonien et la succession des diverses zones qui le constituent.

Roussel.

4885. — Dévonien et carbonifère de Larbont et de Saint-Antoine (Foix ; Gadrat éditeur).

M. Roussel, de son côté, a suivi pas à pas le dévonien et le carbonifère de cette région depuis Saint-Girons jusqu'aux environs de Foix, puis a retrouvé ce dernier étage sur la rive droite de l'Ariège, dans le massif qui se détache de Saint-Antoine. Il donne à ce sujet plusieurs coupes et deux petites cartes qui peuvent rendre service aux géologues. Toutefois, quoique ayant paru après la note de M. Lartet, le travail de M. Roussel est moins précis dans ses conclusions en ce qui concerne la succession des assises du dévonien et du carbonifère. Il rapporte les griottes à ce dernier étage. Je ne saurais accepter sa manière de voir à propos du granite de la Barguillière : il est difficile d'admettre qu'un terrain granitique renfermant des gneiss et des cipolins soit postérieur aux terrains de transition.

Depéret.

1885. — Description géologique du bassin tertiaire du Roussillon (Paris ; Masson, éditeur).

Dans sa thèse sur le bassin de Roussillon, M. Depéret étudie la ceinture montagneuse du bassin, ce qui l'amène à s'occuper des formations primitives ou anciennes qui dominent vers le sud.

D'après lui, le terrain primitif renferme la série suivante :

1^o Gneiss granitoïdes ; 2^o gneiss feuilletés ; 3^o schistes micacés ; 4^o phyllades argileux ; 5^o schistes sériciteux.

Au-dessus viennent, se rapportant à l'archéen ou au cambrien :

1^o Schistes satinés gris ; 2^o schistes siliceux noirâtres ; 3^o grès siliceux micacés et brèche siliceuse.

Sur ces assises se trouve le silurien supérieur représenté par des schistes noirs carburés (1).

Dans une coupe passant par le pic de Força-Réal, l'auteur indique entre les divers terrains des discordances sur lesquelles nous aurons l'occasion de revenir.

Depéret et Rérolle

1885. — Note sur la géologie de la Cerdagne (B. S. G., 3^{me} série, XIII).

La même année, M. Depéret publie, en collaboration avec M. Rérolle, une note sur la Cerdagne. Les terrains primitifs et paléozoïques y sont constitués de la façon suivante :

1^o *Terrain cristallophyllien* : *A*, granite et gneiss ; *B*, schistes micacés ; *C*, schistes argileux. — Développé dans le massif du Carlitte et aux environs du col de Puymorens, ce terrain comprend les gneiss, micaschistes et cipolins de Llo, les schistes maclifères de la même localité, les schistes argileux d'Err et Lavanera (2).

(1) Il semble, d'après cette succession, que les zones 3, 4 et 5 du terrain primitif et la zone 1 de l'archéen-cambrien, doivent constituer l'archéen ; le cambrien serait représenté par les schistes et grès siliceux ; rien qui indique la zone schisto-calcaire du silurien moyen ; quant au silurien supérieur, il semble composé comme dans les Pyrénées centrales ; toutefois, ce que j'ai vu dans la partie orientale de la chaîne, me porte à croire que les schistes carburés sont ceux de la base du silurien moyen.

(2) Mêmes observations pour la Cerdagne que pour le Roussillon : le terrain cristallophyllien est beaucoup trop étendu vers le haut ; il faut en distraire notamment les schistes maclifères et les schistes argileux. D'après cette note, le silurien supérieur succéderait immédiatement au terrain primitif, ce qui nous paraît peu admissible.

2° *Terrain silurien* : représenté par des schistes carburés pyriteux, sans fossiles, qui se développent entre Llo et Err, à Vedrinhyans, à Callastre; ils tiennent probable la place du silurien supérieur.

3° *Terrain dévonien* : à la base, poudingues et schistes pyriteux; dans le haut, calcaires à goniatites d'Isobol.

Caralp.

1885. — Recherches géologiques sur la zone frontière des Pyrénées-Orientales, du Perthus à la Méditerranée (Bull. Soc. académ. franco-hispano-portugaise de Toulouse, t. VI, 1885).

1885. — Terrains cristallins et paléozoïques du Haut-Salat (Pyrénées centrales). — (Journal d'histoire naturelle de Bordeaux et du Sud-Ouest, 1885, n° 5.)

1886. — Le mont Vallier (aperçu géologique). — (Soc. de géogr. de Toulouse, 1886, n° 4.)

1887. — Recherches géologiques sur la structure de la vallée d'Aran et des pays adjacents (Bull. de la Soc. d'histoire naturelle de Toulouse, février 1887).

1887. — Note sur l'existence d'un double horizon de schistes carburés dans le silurien des Pyrénées centrales (Comptes rendus de l'Ac. des sciences, 27 juin 1887).

1887. — Le tunnel transpyrénéen de Salau au point de vue géologique (Bulletin de la Soc. franco-hispano-portugaise de Toulouse).

Dans le premier travail, lu à la Sorbonne, lors de la réunion des sociétés savantes, en avril 1884, je cherche d'abord à montrer que, dans les Albères orientales, les cartes géologiques antérieures, notamment celle de Dufrénoy et Elie de Beaumont, ont considérablement exagéré la part du granite aux dépens du terrain primitif et des terrains de transition les plus anciens.

Dans cette région, existent deux grands massifs granitiques : du côté français, celui de Sorède ou de l'Albère, dans lequel domine le gneiss; sur le revers espagnol, celui de Cantallops et d'Agullana, formé surtout de granite. Entre les deux, s'étend une large bande de terrains paléozoïques qui prend, le long du littoral, un énorme développement.

Vient ensuite l'étude des formations sédimentaires et éruptives; je me contenterai de résumer ici la composition des divers terrains :

Terrain primitif. — Très développé à l'est de Bellegarde et au sud de Sorède, il est composé de :

1° Gneiss à mica noir, gneiss amphibolifère, gneiss glanduleux, gneiss rouge (1);

(1) En explorant le pays de Sorède, on peut acquérir facilement la preuve que,

2° Schistes cristallins : micaschistes, talschistes, chloritoschistes ;

3° Cipolins et calcaires saccharoïdes, presque toujours pincés dans les plis du gneiss ou des schistes cristallins.

Terrains paléozoïques. — Ils sont habituellement disposés en cuvettes et en voûtes presque constamment rompues à leur sommet. Ils sont d'ailleurs très tourmentés et sans fossiles. Je distingue dans cet ensemble deux étages :

1° Cambrien : dalles feldspathiques, schistes micacés, phyllades satinés, schistes maclifères (1) ;

2° Silurien : ampélites, schistes ardoisiers, calcaires.

Formations éruptives. — Les roches éruptives sont nombreuses et variées ; elles appartiennent surtout à la série acide :

1° Roches granitiques : granite à mica noir, souvent amphibolitifère ; granite protoginique à oligoclase ;

2° Roches granulitiques : granite à mica blanc ; pegmatites diverses, notamment pegmatite épidotifère et pegmatite tourmalinifère, celle-ci passant souvent au schorlrock ; granulite et greisen ;

3° Roches amphiboliques : fréquentes, mais en affleurements restreints : diorites et amphibolites ; pas d'ophite vraie ;

4° Quartz de filon : abondamment répandu dans les schistes paléozoïques.

Ordre d'éruption. — Les éruptions de ces diverses roches ont eu lieu dans l'ordre suivant : granites à mica noir, roches granulitiques, roches amphiboliques, les deux dernières séries étant postérieures au cambrien.

Dans la deuxième note, lue à la Sorbonne devant la réunion des sociétés savantes, en mai 1885, j'étudie la succession des assises infra-dévonniennes dans les Pyrénées centrales, à l'aide de deux coupes, l'une levée dans la vallée de Biros où aucun fossile n'avait jamais été signalé, l'autre dans celle de Soulan. La succession peut se résumer par le tableau suivant, où les assises sont disposées en série descendante :

contrairement à ce qui a été admis par Dufrénoy et Zirkel, le gneiss constitue dans les Pyrénées une formation indépendante.

(1) A tenir compte des classifications nouvelles, une grande partie de notre cambrien doit rentrer dans le terrain archéen. Les auteurs de la carte géologique de France avaient mis tout le littoral dans le terrain granitique ; ce qui semble les avoir induit en erreur, c'est l'abondance de mica que le métamorphisme a développé dans ces schistes anciens

SILURIEN	Schistes carburés d'Irazein.	Schistes à nodules argilo-siliceux (graptolites, orthocères).
		Schistes à <i>Retiolites geinitzianus</i> , <i>Monograptus Nilssoni</i> , <i>M. priodon</i> .
	Calcaire à orthocères	orthocères (<i>O. bohemicum</i> , <i>O. Fontani</i> , <i>O. pyrenaicum</i>), etc. ; encrines, bivalves (1).
	Schistes supérieurs de Sentein (2).	Schistes à <i>Diplograptus</i> , <i>Monograptus (priodon, bohemicus, attenuatus)</i> et trilobites indéterminables. Grauwackes schisteuses à Brachiopodes (<i>Orthis</i> , <i>Rhynchonella</i> , <i>Leptaena</i>) et à graptolites.
T. PRIMITIF ARCHÉEN	<i>Schistes inférieurs de Sentein.</i> — Schistes à <i>scyphocrinus elegans</i> , crinoïdes, graptolites ; phyllades à graptolites.	
	<i>Dalles argilo-calcaires et schistes ardoisiers de l'Izar</i> , à encrines et fucoïdes (horizon de Llandeilo et d'Angers).	
	<i>Schistes quartzeux et ampélites de Colderoux</i> avec phyllades satinés et maclifères des Ourdouas.	
	<i>Dolomies et calcaires rubanés du Bentaillou</i> , avec barégiennes subordonnées (3).	
	<i>Dalles pétrosiliceuses du port de la Hourquette.</i>	
	<i>Leptynites micacés ou feldspathiques de l'Arac.</i>	
	<i>Gneiss leptynoïde.</i>	
	<i>Gneiss feuilleté avec cipolins subordonnés du Pontaut.</i>	
	<i>Gneiss noduleux de l'Arac.</i>	
	<i>Granite gneissique, amphibolifère, de Soulan.</i>	

La série cristallophyllienne de la vallée de Soulan est comparable à celle des autres régions ; si l'on passe à l'archéen et aux ter-

(1) Plus tard, j'y ai découvert, en outre, la *Cardiola interrupta*, si caractéristique de l'étage supérieur du silurien.

(2) Les schistes supérieurs de Sentein forment la base du silurien supérieur ; les schistes inférieurs représentent la partie la plus élevée du silurien moyen ; j'ai reconnu plus tard que ce dernier niveau, dans lequel j'ai constaté des eurilites fossilifères, est sur l'horizon du Caradoc anglais et, plus spécialement, du calcaire de Bala.

(3) Trompé par la cristallinité de ces calcaires et leur situation dans des régions surélevées, je les avais d'abord attribués au terrain archéen ; c'est probablement en se basant sur ces mêmes considérations que M. Jacquot les a rapportés, dans un travail récent, au terrain cambrien ; mais plus tard, en étudiant leurs relations dans la vallée d'Aran espagnole, j'ai été amené à croire qu'ils doivent être placés au-dessus de la zone des schistes carburés inférieurs, sur le parallèle des dalles argilo-calcaires de l'Izar, dont ils sont l'équivalent métamorphique.

rains paléozoïques, la comparaison devient moins facile : les faciès régionaux, puis locaux, s'accroissent de plus en plus à mesure qu'on s'élève dans l'échelle chronologique des étages. Toutefois, dans les principales vallées des Pyrénées centrales, j'ai retrouvé, sauf quelques variations de détail, les mêmes zones que dans le Biros.

Comme roches éruptives, je signale le granite à mica noir, postérieur à l'archéen ; le granite à mica blanc, la protogine, la pegmatite tourmalinifère, le granulite, l'eurite, le quartz de filon.

La note se termine par la répartition géographique des divers terrains.

La *description géologique du massif du Vallier* est précédée de quelques considérations rapides sur les terrains qui se développent entre Saint-Girons et la base de cette montagne.

De Saint-Girons à Castillon, le crétacé, le jurassique, le trias bordent constamment la route.

De Castillon au lac de Bethmale, c'est le terrain primitif (gneiss granitoïde) percé par de nombreux filons de granite et de pegmatite.

Du lac au Vallier : d'abord granite éruptif à deux feldspaths, accidenté par de l'oligiste, de la chlorite, de l'épidote ; plus haut, calcaires siliceux avec barégienues et dolomies à grenat et à idocrase, dalles pétrosiliceuses, calschistes verdâtres, schistes noirs siliceux, calcaires pseudo-amygdales. La masse du pic est formée par des dalles pétrosiliceuses rubanées, des dolomies, des calschistes, des calcaires dont la matière semble, parfois, avoir éprouvé une sorte d'étirement.

Dans le Vallier et son avant-garde, le Vaillerat, les couches affectent, comme au pic du Midi de Bigorre, une disposition synclinale ; elle résulte ici d'un refoulement latéral, dû probablement à l'intrusion du granite du Riberot, granite essentiellement éruptif, à caractères normaux, identique à celui de Salau, d'Aulus, de Vicdessos, celui aussi du massif de Néouvielle et des environs de Cauterets.

Cherchant ensuite à déterminer, par comparaison avec les régions environnantes, l'âge des assises schisto-calcaires qui s'étagent entre le lac de Bethmale et le mont Vallier, j'en viens à la conclusion que ce sont là des dépôts archéens et cambriens placés sur un horizon bien inférieur à celui de la faune troisième de Barrande (1).

Suivent quelques détails sur les phénomènes glaciaires dont la vallée du Riberot porte la trace ; à ce propos, je constate que l'amas

(1) Mes recherches ultérieures m'ont amené à rajouter un peu ces calcaires. C'est entre les deux limites que j'ai indiquées que se trouverait, d'après moi, la vérité ; comme il a été dit précédemment, la masse du Vallier représenterait, du moins pour la plus grande partie, la base du silurien moyen.

granitique du confluent n'est pas du granite décomposé sur place, comme l'ont avancé quelques géologues, mais bien du granite erratique emprunté au cirque de réception de la haute vallée.

Quelques lignes sont ensuite consacrées à la comparaison du Vallier et du pic du Midi.

Deux coupes accompagnent cette note : l'une, prise entre Cescau et Ayer, indique la constitution de la vallée de Bethmale et des environs de Castillon (4) ; l'autre s'étend entre le lac de Bethmale et le mont Vallier (2).

En 1887, j'ai publié sur la *Structure de la vallée d'Aran et des pays adjacents*, une note analytique.

Au point de vue géologique, la vallée d'Aran, avec ses environs immédiats (3), peut être divisée en deux régions distinctes, l'une septentrionale, l'autre méridionale, séparées par une grande faille continuant celle de la vallée du Lys.

RÉGION SEPTENTRIONALE. — Les divers terrains y affectent la disposi-

(1) Ces deux coupes appellent quelques modifications et quelques renseignements complémentaires : le conglomérat de Bordes est une brèche de friction butant, vers le sud, contre des argilolites triasiques ; le calcaire cristallin englobé par le granite de Bordes est, selon toute apparence, du calcaire dévonien modifié par le granite ; quant aux filons d'aplite, ce seraient plutôt des apophyses microgranulitiques du granite éruptif de Bordes ; toutefois, quelques porphyres les accompagnent.

(2) Dans la deuxième coupe, la légende explicative donne la nature pétrographique des assises sans indication de niveau ; aujourd'hui, je crois avoir là-dessus des notions plus précises : à l'exception des schistes noirs situés en amont du lac d'Eychelle, continuation du silurien supérieur à graptolites d'Auseps, toute la sierra schisto-calcaire qui se dresse au nord du Vallier, relève, ainsi que ce pic, du silurien moyen métamorphique. Cette masse a été enserrée aux deux extrémités par le double massif granitique du Riberot et du lac de Bethmale, l'un post-dévonien, l'autre post-primitif, ayant modifié, soit par injection directe, soit par des actions mécaniques, les roches voisines : c'est à cette influence qu'il faut rapporter le développement de la cristallinité dans les calcaires, la production du grenat et de l'idocrase, la fréquence de barégienues dans ce massif surélevé, toutes circonstances tendant à donner à ces roches un cachet de haute antiquité.

Toutefois, certaines de ces modifications, notamment le verdissement des calcaires près du lac d'Eychelle, paraissent imputables à l'action d'une roche verte souterraine qui serait sur la continuation de celle de Létrouque.

(3) Cette note, qui n'est qu'un résumé succinct d'un travail beaucoup plus considérable devant paraître prochainement, a pour objet, non-seulement la vallée d'Aran espagnole, mais encore les pays circonvoisins : dans le département de la Haute-Garonne, la vallée de la Pique et le val d'Aran français ; dans celui de l'Ariège, le haut Salat ; en Espagne, enfin, en outre de la vallée de la Garonne, les hautes vallées de la Noguera Pallaresa (Catalogne) et de l'Essera (Aragon).

tion de zones grossièrement concentriques, qui sont en allant du centre vers la périphérie :

1° *Terrain primordial*. — Gneiss et micaschistes ;

2° *Terrain archéen*. — Phyllades gneissiques, schistes euritiques et siliceux, phyllades satinés, schistes maclifères à staurotide, ceux-ci surtout au voisinage des pegmatites ;

3° *Silurien inférieur*. — Schistes carburés inférieurs, surtout graphiteux, avec grauwackes subordonnées et développement de macles à chiastolite ; à la partie supérieure, ils renferment (vallée d'Orle) les graptolites dendroïdes du niveau d'Arenig (1) ;

Silurien moyen. — Schistes ardoisiers, grandes dalles lustrées (Cier-de-Luchon), attribuées, par Leymerie, au dévonien inférieur ; calcschistes à encrines et fucoïdes, avec prédominance de calcaire cristallin et de dolomies, dans les régions tourmentées et au voisinage du granite : c'est l'horizon du calcaire métallifère. A la partie supérieure, calcaire à *echinosphærites* de Montauban ; vers ce même niveau, eurilites de Leymerie, sorte de tufs feldspathiques alternant, aux environs de Sentein, avec des schistes à *monograptus colonus*, et renfermant dans la même région des fossiles du grès de May ;

5° *Silurien supérieur*. — Zone carburée supérieure, formée surtout de schistes et de calcaires ampéliteux, habituellement pigmentés de noir par de l'anthracite pulvérulente, parfois avec développement accidentel de macles à chiastolite. Je signale à ce propos la présence de graptolites à Bachos et au pic du Gar ;

6° *Dévonien*. — A cet étage, je rapporte les schistes à trilobites de Cathervielle, ainsi que les ardoises à Néréites de Bourg-d'Oueil ;

7° *Trias*. — Ce terrain forme une bande parallèle au dévonien ;

8° *Jurassique*. — Comprend le marbre de Saint-Béat et le calcaire de Charpentier.

De la disposition de ces diverses zones, dont je décris le trajet, je conclus à l'existence d'un pli anticlinal, d'une sorte de voûte parallèle à la direction générale des Pyrénées, voûte dont l'axe, au lieu d'être horizontal, descend de plus en plus dans les profondeurs en s'approchant des sources de la Garonne, pour se relever ensuite au

(1) A vrai dire, la zone d'Arenig appartient plutôt à la base du silurien moyen. Si j'ai placé ici les schistes à graptolites dendroïdes dans le cambrien le plus élevé, c'est en raison de la difficulté qu'il y a, dans les Pyrénées, à séparer ces schistes argileux de ceux qui sont en dessous ; toutefois, ceux du cambrien se distinguent par leurs alternances avec des quartzites et des schistes quartzeux rubanés, ceux du silurien moyen par leurs relations avec des calcaires. Comme conséquence, si je place les schistes carburés inférieurs à graptolites à la base du silurien moyen, il reste, pour la part du cambrien, des schistes souvent noirs comme les précédents, mais mêlés de quartzites et de schistes quartzeux rubanés.

voisinage de l'Andorre et du massif granito-gneissique du haut Vicdessos et d'Ax-les-Bains.

RÉGION MÉRIDIONALE. — La région sud est constituée par un lambeau de terrains anciens pincé entre deux failles : au nord, la faille d'Artias ou de l'Aran ; au sud, celle de la Maladetta. C'est dans cette bande, dont j'indique les relations stratigraphiques à divers niveaux, que se trouve le terrain houiller du Plan-des-Etangs.

Ces terrains sédimentaires sont accidentés par des intrusions de roches éruptives : 1° granite homogène de la Maladetta et des montagnes de Viella, d'Artias, de Tredos, du Vallier, de Salau, de Bassi-bié ; granite franchement éruptif, semblant s'être épanché à la fin des terrains primitifs, mais ayant fait intrusion, par failles, au sein de terrains plus récents ; 2° pegmatites et granites à mica blanc, postérieurs à l'archéen (4).

Comme conséquence, j'admets, dans la région ci-dessus indiquée, trois grandes failles longitudinales qui sont, en marchant vers le sud : la faille de Seix, la faille d'Artias ou de l'Aran, continuation de celle du Lys, la faille de la Maladetta ; entre les deux premières, faille de Juzet ou de Lès, moins importante que les autres.

Leymerie, et avec lui la plupart des géologues, n'admettait, dans les Pyrénées, qu'une zone de schistes carbonifères qu'il rattachait au silurien supérieur ; au début, je partageais cette manière de voir ; mais, plus tard, j'ai dû reconnaître « qu'il existe, dans le silurien des » Pyrénées, d'une manière à peu près constante, non une zone de » schistes carbonifères, mais deux zones séparées par un puissant système » de dalles argilo-calcaires et de schistes ardoisiers. »

Une coupe de la vallée de la Pique montre, en effet, qu'on a, du haut vers le bas, les assises suivantes :

- 1° Schistes carbonifères de Bachos (zone carbonifère supérieure) ;
- 2° Dalles lustrées de Guran ;
- 3° Schistes carbonifères de Lège (zone carbonifère inférieure) ;
- 4° Schistes satinés et pétrosiliceux.

La zone de Bachos relève du silurien supérieur ; la zone de Lège m'a donné, dans le haut Salat, les graptolites dendroïdes de l'*Arenig* anglais.

(3) J'ai trouvé depuis, au pic du Midi de Bigorre, des pegmatites traversant le calcaire du silurien moyen ; cette même roche se trouve aussi en filons, peu nets il est vrai, et très réduits dans les schistes carbonifères inférieurs de Sode (vallée de la Pique) et les schistes carbonifères supérieurs des environs de Sentein ; il résulte de ces observations que certaines pegmatites sont postérieures au silurien supérieur. D'autre part, je n'ai jamais rencontré de ces roches dans le terrain dévonien.

Il en résulte que les dalles lustrées occupent la place du silurien moyen et non du dévonien inférieur, comme l'admettait Leymerie; il est d'ailleurs à remarquer que dans les premiers temps, il les avait mises à leur véritable niveau.

La succession est la même dans la haute Ariège et dans le Saint-Gironnais. Une coupe levée entre Seintein et le bocard d'Eylie donne en série descendante :

Zone carburée supérieure.	{	Schistes à <i>Retiolites geinitzianus</i> , <i>Mono-graptus Nilssoni</i> , <i>M. priodon</i> .	{	Silurien supérieur.
		Calcaire à <i>Cardiola interrupta</i> et <i>Orthoceras bohemicum</i> .		
		Schistes à <i>Diplograptus palmeus</i> et <i>Moenograptus priodon</i> .		
Zone schisto-calcaire.	{	Schistes argileux à <i>Echinosphærites</i> et grès à <i>Orthis</i> (horizon du calcaire de Bala et du grès de May).	{	
		Dalles argilo-calcaires et schistes ardoisiers (horizon des schistes d'Angers).		
		Calcaire argileux, parfois cristallin et métallifère (horizon du grès armoricain).		
Zone carburée inférieure : schistes carburés et grauwackes à graptolites dendroïdes de la vallée d'Orle (horizon d'Arenig).				

Dans une autre note relative au *tunnel transpyrénéen de Salau*, projeté entre la vallée du Salat et l'Espagne, je recherche quelle est la constitution du massif montagneux à travers lequel le percement doit être opéré; prenant pour base l'allure des couches à la surface, j'en viens à la conclusion qu'on a peu de chances de rencontrer le granite, ou du moins que cette roche n'entrera que pour une faible part dans la masse des terrains traversés. Dans ces parages, aussi bien sur le versant espagnol que sur le versant français, le cambrien règne presque exclusivement, formé de schistes divers et de quelques quartzites.

Jacquot.

1886. — Sur la constitution géologique des Pyrénées : le système triasique (C. R., 21 juin 1886).

En 1886, M. Jacquot étudie spécialement le trias pyrénéen : ce terrain a une composition uniforme tout le long de la chaîne et ne diffère pas essentiellement de celui des pays classiques : Lorraine, Franche-Comté, Provence.

1° Etage supérieur (marnes irisées). — Avec dolomies, gypse, sel; siège habituel des ophites;

2° Etage moyen { Assise dolomitique à empreintes vermiculées,
(Muschelkalk) { Assise calcaire à faciès du muschelkalk,
{ Assise marneuse avec cargneules.

3^e Etage inférieur (grès bigarré). — Grès différant des grès permien par la finesse du grain et l'absence de paillettes de mica.

Le système triasique est, ici comme ailleurs, le principal gisement du sel et du gypse, « conclusions qui ne sont autres que celles que M. Hébert a toujours soutenues. »

De Lacvivier.

1886 — Note sur le terrain primaire de l'Ariège (B. S. G., 1886, p. 613).

A la suite de la découverte du carbonifère dans l'Ariège, M. de Lacvivier publie un travail sur le terrain primaire de cette région. Ce travail est divisé en deux parties d'importance fort inégale : l'une, consacrée à l'archéen et au silurien ; l'autre, au dévonien et au carbonifère. La première partie, d'ailleurs complètement sacrifiée à la seconde, ne nous apprend rien de nouveau. A cet égard, l'auteur n'est pas plus avancé que dans son travail précédent : en 1883, « il ne lui avait pas été possible, disait-il, d'établir d'une façon certaine l'existence du silurien. » Dans une note placée à la fin de sa thèse, il ajoutait même que dans l'Ariège il n'y avait pas de silurien, mais seulement de l'archéen. Dans sa nouvelle note il exagère encore l'importance de l'archéen au dépens du silurien ; toutefois, il tend à en séparer, pour les donner au silurien inférieur, les calcaires et les schistes qui les accompagnent. Quant au silurien supérieur, il met en doute son existence dans l'Ariège (1).

M. de Lacvivier attribue à l'archéen la bande de Mérens et Naguille, et montre qu'elle est en relation avec le terrain paléozoïque d'Ascou et du haut Vicdessos.

Schrader.

1886. — Carte représentant les terrains granitiques et crétacés des Pyrénées espagnoles et leur disposition en chaînons obliques et successifs. (Comptes-rendus, 27 septembre 1886.)

D'après M. J. Schrader, les Pyrénées seraient disposées en chaînons *obliques* successifs ; ces déplacements sont rendus évidents par les terrains primitifs, dont l'orientation en bandes successives détermine fréquemment des parallélogrammes et aussi par les terrains

(1) Si l'auteur avait visité la partie occidentale du département, il aurait pu acquiescer la conviction que les graptolites dont je lui avais déjà, d'ailleurs, indiqué l'existence, étaient fort abondants et prouvaient, d'une façon péremptoire, l'existence du silurien supérieur. D'ailleurs, la découverte par M. Hugues de graptolites dans la brèche de Montgaillard, atteste que le silurien existe aussi dans la vallée de l'Ariège.

crétacés. Ce géographe présente l'esquisse d'une carte du versant espagnol au $\frac{1}{2000000}$, faite en collaboration avec M. Emm. de Margerie.

Stuart Menteath.

1886. — Note préliminaire sur les gisements métallifères des Pyrénées occidentales (juin 1886, B. S. G., 3^e série, XIV).

A propos d'une étude sur les gîtes métallifères des Pyrénées occidentales, M. Menteath donne des aperçus géologiques d'un grand intérêt : il étudie d'abord la succession des terrains ; nous y relevons pour la période primaire : 1^o des poudingues permien ; 2^o des schistes houillers à *Calamites*, *Lepidostrobus*, *Trigonocarpus* ; 3^o du calcaire carbonifère habituellement imprégné de cuivre, plomb, fer..., à encrines et polypiers, avec quartzites ; 4^o du dévonien inférieur à *leptæna*, *spirifer*, *pleurodictyum* ; 5^o du silurien peu développé.

Passant à l'étude des roches éruptives, il admet que le granite de Haya est postérieur au cénomaniens ; aussi celui de Pouzac ; le calcaire de Louhoussoa, considéré comme primitif, suit une faille et est pour lui dévonien ou cénomaniens ; comme conséquence, le massif granitique du Labourd, qui renferme d'ailleurs beaucoup de gneiss, est plus récent que le cénomaniens (4). L'auteur signale aussi des pointements de pegmatites dans des schistes renfermant des fossiles du lias.

Pour M. Menteath, l'ophite est essentiellement éruptive et « accompagne des failles ou des bouleversements singuliers de couches. » Cette manière de voir est confirmée par l'existence d'ophites dans des parois de failles et par des brèches ophitiques ; à propos de ces dernières, nous transcrivons textuellement la description qu'il en donne, parce qu'elle trouve son application sur plusieurs points de la chaîne. « Ces brèches, formées de fragments de roches environnantes plus ou moins mêlées de fragments d'ophite, présentent » tous les passages depuis une *simple brèche de friction sans ophite*, » jusqu'à une *masse compacte d'ophite typique*, en passant par des » stades intermédiaires où les blocs d'ophite deviennent de plus en plus abondants. » Le plus souvent on ne voit qu'un de ces stades, d'où l'obscurité des phénomènes. — Il attribue, avec raison, le magma de Cierp à une brèche de friction accompagnant l'ophite ; à ce propos, il combat vivement les théories de Dieulafait. (Voir précédemment.)

(4) Quoique n'ayant pas visité cette partie des Pyrénées, il nous répugne d'accepter les conclusions de M. Menteath en ce qui concerne l'âge récent du granite du Labourd, surtout lorsqu'il passe au gneiss.

Viguiér.

1886. — Sur les roches des Corbières appelées ophites (C. R., juillet 1886).

Par leurs roches éruptives, les Corbières s'écartent des Pyrénées pour se rapprocher de l'Hérault et du plateau central. Nous en trouvons la preuve dans la liste des roches éruptives étudiées par M. Viguiér; les véritables ophites y sont extrêmement rares, et sont remplacées surtout par des mélaphyres. C'est l'inverse qui a lieu dans les Pyrénées.

Jacquot.

1887. — Sur la constitution générale des Pyrénées : le système cambrien. (C. R., 9 mai 1887.)

Dans une note présentée à l'Institut, M. Jacquot cherche à établir la constitution du cambrien pyrénéen. Il rattache au cambrien, mais à un cambrien indéterminé, les calcaires cristallins de la haute chaîne et le calcaire dit métallifère. D'après lui, la coupe la plus concluante est celle du port de Vénasque : il trouve au-dessus des phyllades et des schistes satinés injectés de quartz, le calcaire en dalles de la Peña Blanca : ce sont ces deux zones qui correspondent, d'après lui, au cambrien.

M. Jacquot étudie ensuite, avec beaucoup de soin, la distribution de cette *dalle calcaire* dans toute l'étendue de la chaîne, et il la suit de l'Océan jusqu'à la Méditerranée; citons notamment dans les Hautes-Pyrénées : le pic Pégoud à Caunterets, le Limaçon (route de Caunterets), Visos (vallée du Gave de Pau), Barèges, le pic du Midi de Bigorre, le lac d'Escoubous, Gavarnie, cirque de Troumouse, lac d'Orrédon, défilé de Tramezaygues.

Dans la Haute-Garonne : sud d'Esquierry et de Médassoles, pic de Céciré, partie supérieure de la vallée d'Aran, source de la Garonne.

Dans le haut Salat : Bentaillou (mines de Sentein), tuc de Mauberge, Montvallier.

Dans l'Ariège : calcaire métallifère de Rancié, de Luzenac, d'Unac.

Dans les Pyrénées-Orientales : massif du Canigou.

Cet horizon, qui forme un des traits les plus caractéristiques des Pyrénées est, d'après nous, un peu supérieur au cambrien; nous pensons même que les niveaux les plus élevés du calcaire ferrifère de la Haute-Ariège (ceux de Rancié, de Lercoul), se rattachent très probablement à la partie supérieure du silurien moyen.

Du reste, M. Jacquot en signalant cette zone comme cambrienne ajoute « que c'est sans prétendre établir aucun rapprochement avec

» le terrain auquel cette dénomination a été primitivement appliquée (4). »

E. de Margerie.

1886. — Notes géologiques sur la région du mont Perdu (Annuaire du Club alpin, 1886).

D'après l'auteur, « le haut chaînon de Gavarnie résulte de l'empilement de plusieurs plis couchés les uns par dessus les autres et tous

(4) Dans mes premières publications, me laissant tromper par la présence de ces calcaires dans des régions élevées et presque toujours au voisinage du granite ; induit aussi en erreur par leur cristallinité, je les avais attribués à des horizons très anciens : je voyais dans le calcaire métallifère du Bentaillou et celui de Salau du terrain archéen ; quant au calcaire du Vallier, sans lui attribuer une origine aussi ancienne, j'étais porté à y voir du silurien inférieur. Or, des recherches faites dans la vallée d'Aran m'ont amené à rajeunir ces calcaires et à les considérer comme des modifications métamorphiques de couches relevant du silurien moyen.

Sans vouloir empiéter sur cette question importante qui sera examinée en détail au cours de cet ouvrage, disons que cette détermination repose sur des considérations de divers ordres :

D'abord sur les transformations latérales du calcaire : si on suit dans la direction de l'est le calcaire du Bentaillou, on le voit franchir la vallée d'Orle, puis, gravir les pentes du Vallier où il est moins cristallin, moins dolomitique, moins chargé de minéraux et de minerais, moins métamorphique en un mot. Plus à l'est, en amont de Couflens, il passe à des dalles lustrées mêlées de schistes ardoisiers, transformation qui existe, d'ailleurs, en plusieurs autres points.

Or, les dalles lustrées étant inférieures à des schistes qui renferment les graptolites du silurien supérieur et reposant, d'autre part, sur des schistes carburés qui dans la vallée d'Orle renferment les graptolites du niveau d'Arenig, tiennent la place du silurien moyen. La même conclusion doit s'appliquer aux calcaires cristallins qui sont sur leur prolongement. Il est facile de voir que les calcaires cristallins en question occupent une position analogue ; ils sont superposés à des schistes carburés qui reposent sur des quartzites (par exemple au col de la Bonaigue), et ils supportent, quand le toit est visible, des schistes carburés du silurien supérieur. L'assimilation semble donc parfaitement légitime.

D'ailleurs, on retrouve dans ces calcaires, quoique en petit, les alternances schisteuses qui sont si fréquentes dans la zone des dalles lustrées.

D'autre part, dans un travail cité antérieurement, M. Hébert compare les schistes du Port de Vénasque à ceux qui sont au-dessous des schistes ardoisiers des environs d'Angers ; par leur position, les calcaires de la Peña Blanca tiennent donc bien la place de ce dernier horizon.

Remarquons, en outre, que les calcaires du Limaçon, sur la route de Canterets, les mêmes que ceux des mines de Pierrefitte, sont placés au-dessous des schistes carburés à graptolites d'Uz relevant du silurien supérieur. Les calcaires en dalles d'Esquierry et de Médassoles, occupent une position analogue.

déjetés vers le sud ; ce renversement serait général dans cette région. » Or, il fait la remarque que, d'après les coupes de Leymerie, Bleicher, Magnan, le renversement a lieu en sens inverse sur le versant français (1), c'est-à-dire que c'est le flanc septentrional des plis qui est renversé, particularité qui rapproche les Pyrénées des Alpes-Orientales.

Il combat la théorie orogénique de M. Suess, voulant que le sens du renversement des plis indique le sens des mouvements latéraux qui l'ont déterminé.

Zeiller.

1886. — Note sur des empreintes houillères recueillies par M. Gourdon dans les Pyrénées centrales (B. S. G., 18 février 1886).

Charpentier, et divers géologues après lui, ont signalé dans la haute vallée de l'Essera, des empreintes végétales calamitoides. Ce gisement a été repris par M. Estradère, d'une part, par M. Gourdon, de l'autre ; parmi les échantillons recueillis par ce dernier, M. Zeiller a reconnu le *Calamites Suckovii*, une autre calamite d'espèce indéterminée, des traces d'une Lépidodendrée (?), d'une *Halonina*, et enfin une sigillaire voisine du *Sigillaria scutellata*. De ces empreintes, le savant paléophytologiste conclut à l'existence du houiller dans ces parages, et il ajoute que le gîte de l'Essera lui paraît plus ancien que celui de la Rhune qui relève, à ses yeux, du Houiller supérieur.

Depéret.

1887. — Analogie des roches anciennes éruptives et sédimentaires de la Corse et des Pyrénées-Orientales (C. R., 8 avril 1887).

L'auteur constate que le calcaire en dalles des Pyrénées (cambrien de M. Jacquot) existe aussi en Corse, où il alterne avec des schistes, et constitue un horizon géognostique de première valeur dans la Méditerranée. En Corse aussi, comme dans les Pyrénées, phyllades satinés souvent gneissiques ou pétrosiliceux, analogues aux schistes de Saint-Lô ; il les attribue au cambrien (2).

(1) L'auteur me paraît trop absolu dans ses affirmations. « Les exemples de ce fait abondent, dit-il, tandis qu'on ne connaît pas de cas où la disposition inverse soit réalisée. » Le renversement vers le sud paraît, il est vrai, fréquent ; et à celui d'Oo, nous ajouterons celui des schistes archéens et cambriens du port de la Hourquette, celui des Pales de Burat, celui du port de Salau, du lac d'Eychelle, des montagnes d'Aulus, celui de Bouan et d'Auseps. Mais parfois, le renversement se fait en sens inverse, par exemple à Cazaril.

(2) Le cambrien de M. Depéret correspond à notre archéen des Pyrénées centrales.

M. Depéret remarque que, autour du granite à mica noir de la forêt de Salvànère et dans la zone de contact de la pegmatite se trouve du granite à deux micas (1).

Pour lui enfin, le granite et la granulite sont post-cambriens ou du moins cambriens.

L. Lartet.

1887.— Terrain carbonifère des Pyrénées centrales (2^e note).— (Comptes-rendus, 9 mai 1887).

M. L. Lartet poursuit l'étude du terrain carbonifère dans la Haute-Garonne, les Hautes et Basses-Pyrénées. Il avait déjà indiqué ce qui se trouve au-dessous dans l'Ariège ; il ajoute maintenant des renseignements sur les assises qui le surmontent.

Les schistes du carbonifère inférieur renferment vers l'ouest, à leur partie supérieure, des calcaires puissants à *Productus giganteus* et à Polypiers.

Au-dessus viennent des schistes avec quartzites à empreintes végétales (*calamites*) et des poudingues à petits éléments siliceux ; assise pouvant correspondre au *millstone grit*. C'était, pour Leymerie, du dévonien supérieur. Cette zone passe sous le houiller des Basses-Pyrénées.

Les poudingues triasiques viennent au-dessus, en stratification discordante. Cette série, ajoutée à celle de la note publiée précédemment, donne la succession des assises depuis le dévonien inférieur jusqu'à la base du trias.

Le terrain carbonifère est continu, d'après M. Lartet, et forme plusieurs bandes ; voici le trajet de chacune d'elles :

1^o Bande septentrionale : Pic du Pan (Arguts), Cierp, Sost, Ferrère, Ardengost, Fréchet, col d'Aspin, Paillole, bas de la vallée de Lesponne, col de Couret, nord d'Argelès, vallée d'Asson, col de Listos, pic d'Auzu, Geteu (Qssau) ;

2^o Bande méridionale, formée de plusieurs zones distinctes et parallèles : contreforts occidentaux de la Maladetta, fond de la vallée d'Aure, cirques du fond de la vallée de Luz, le Piméné, Gave des Tourettes, port de Gavarnie, haute vallée du Boucharo, Sallent, col d'Anéou, sud du pic du Midi d'Ossau, lac d'Ayous, vallée d'Aspe.

(1) Cette particularité est fréquente dans la chaîne, et spécialement aux environs d'Ax, où M. Garrigou l'a depuis longtemps signalée.

M. Lartet signale sur les bords du lac Romassot une coulée de porphyre au-dessus des schistes à empreintes calamitoïdes (1).

Fritz Frech.

1887. — Die Paläozoischen Bildungen von Cabrières (Languedoc). — Zeitschrift der Deutschen geologischen Gesellschaft, XXXIX, Berlin, juin 1887).

Dernièrement, von Fritz Frech, de Berlin, a publié une étude très complète sur l'intéressante oasis paléozoïque de Cabrières, objet de tant de travaux.

Nous y trouvons de judicieuses comparaisons entre cette région languedocienne et les Pyrénées. Il place les schistes à lingules de l'Hérault sur l'horizon d'Arenig (2), les schistes de Glauzy, si riches en cystidées et en brachiopodes, sur le niveau de Caradoc (3); la faune de Cathervielle est mise à la base du dévonien sur le parallèle des calcaires et dolomies de Falgairas, pour lui gédinniens (4); au-dessus viennent, dans les Pyrénées, les grès à spirifères de Béost (partie supérieure du dévonien inférieur), puis les calcaires de Castelnau-Durban (base du dévonien moyen), les calcaires à goniatites et clyménies relevant du dévonien supérieur.

De Rouville.

1887. — L'horizon silurien de Montauban-Luchon à Cabrières (Hérault) (C. R. 25 juillet 1887).

A la suite d'une note publiée par moi sur le silurien des Pyrénées

(1) De cette importante note découle une conséquence non moins importante relative à l'âge du calcaire de Saint-Béat : on sait que Coquand et après lui Garrigou et Magnan, attribuaient le calcaire marmoréen au carbonifère, ce qui les amenait à regarder les grès rouges de Cierp comme dévoniens ; la superposition de ces grès aux schistes carbonifères, en excluant radicalement cette assimilation, est un argument de plus en faveur de l'âge jurassique de ce calcaire.

(2) Ces schistes à lingules correspondraient par suite à nos schistes carburés inférieurs des Pyrénées.

(3) Les schistes de Glauzy sont représentés dans les Pyrénées, comme l'a reconnu M. de Rouville, par le calcaire à Echinosphérites de Montauban et aussi par nos schistes à crinoïdes et à brachiopodes des environs de Sentein, déjà mis par nous, dans une note sur la vallée d'Aran, sur l'horizon du calcaire de Bala. D'autre part, à une époque bien antérieure, M. Barrois avait assimilé à ce dernier calcaire le calcaire de Montauban-Luchon.

(4) Le calcaire de Falgairas est, selon toute probabilité, l'équivalent du calcaire à encrines placé au-dessous des schistes de Cathervielle.

centrales (1), et plus particulièrement du Saint-Gironnais, note dans laquelle j'indiquais l'existence et la position stratigraphique de l'Echinosphærites balticus dans les schistes du Biros ; le savant professeur de Montpellier assimile au calcaire à Echinosphærites de Montauban-Luchon (2), les schistes de Glauzy (Hérault), à *Orthis actoniæ* et le calcaire à Cystidées qui les accompagne, niveaux qui avaient été généralement attribués au dévonien inférieur (3).

À la suite de cette communication, M. Hébert ajoute que l'*Orthis actoniæ* est également très répandu dans les schistes à Trinucleus de Gembloux (Belgique).

Stuart Menteath.

1887. — Constitution géologique des Pyrénées (B. S. G. de Fr., 9 nov. 1887).

L'auteur met en doute l'existence du muschelkalk dans les Pyrénées et, à ce sujet, combat les conclusions de M. Jacquot.

Pour lui, l'ophite est relativement récente.

Le granite est habituellement antérieur au cénomanien, mais parfois postérieur.

Les calcaires cités par M. Jacquot comme cambriens relèvent, pour M. Menteath, soit du dévonien, soit du silurien supérieur, soit du carbonifère. Les calcaires métallifères par excellence sont dévoniens

(1) C. R. de l'Ac. des sciences, 27 juin 1887 (voir *anté*, p. 406).

(2) L'horizon de Glauzy, dans lequel M. de Rouville avait deviné, depuis longtemps, le grès de May, me paraît se rapprocher plutôt de mes « schistes inférieurs de Sentein. » En effet, le calcaire à Echinosphærites de Montauban-Luchon ne représente, d'après moi, qu'une portion des couches de Glauzy, le calcaire à Cystidées, car les *Orthis* n'ont pas été trouvés aux environs de Luchon. Au contraire, les schistes inférieurs de Sentein renfermant et des Echinosphærites et des *Orthis*, équivalent à la fois au calcaire à Cystidées et aux schistes du Glauzy : ces fossiles, auxquels s'ajoutent des Trinucleus et des Graptolites, établissent leurs affinités avec le calcaire de Bala, le grès de May, les schistes de Riadan, les schistes de Gembloux et, jusqu'à un certain point, avec le calcaire de Rosan, que M. de Rouville tend à placer sur le niveau de Glauzy.

(3) Quelque temps auparavant M. Bergeron, à qui l'on doit la belle découverte de la faune primordiale dans l'Hérault, se croyait autorisé, par l'examen des fossiles recueillis dans ces couches, à « n'avoir aucun doute sur leur âge dévonien. » Il les mettait à peu près sur le niveau de la grauwacke à Pleurodictyum (*Note sur l'existence d'une nouvelle assise du dévonien inférieur sur le versant méridional de la Montagne Noire.* — B. S. G., 20 juin 1887).

ou carbonifères ; il est toutefois des gîtes métalliques dans le jurassique et le crétacé (1).

Viguier.

1887. — Etudes géologiques sur le département de l'Aude (Paris, déc. 1887).

Dans ce travail, présenté comme thèse de doctorat devant la Faculté des sciences de Paris, l'auteur passe en revue les diverses formations géologiques du département de l'Aude.

Terrains primitifs. — Il insiste peu sur les terrains primitifs, d'ailleurs mal développés dans cette région ; la série est la suivante :

1° Granite gneissique à mica noir et gneiss granitoïde, avec filons de granite massif ;

2° Gneiss glanduleux passant au gneiss granulitique, avec filons de pegmatite ;

3° Micaschistes ;

4° Schistes sériciteux.

Dans l'Aude, peu ou pas de schistes chloriteux, de schistes amphiboliques, de serpentine ; d'autre part, faible développement de gneiss et de micaschistes. L'auteur est d'avis, avec Lehman et Barrois, que certains gneiss et micaschistes ne relèvent pas du terrain primitif mais constituent un faciès métamorphique des schistes paléozoïques.

Archéen. — M. Viguier rattache à l'archéen, quoique avec doute, les puissants calcaires cristallins désignés sous le nom de *calcaire primitif* par Charpentier, et de *marmoréen* par Leymerie ; et il les y rattache *uniquement*, parce qu'il ne croit pas pouvoir attribuer leur « métamorphisme à d'autres causes qu'au voisinage des roches » granitoïdes acides, roches qui ne lui paraissent pas récentes ; » comme conséquence, « il faudrait, dit-il, rattacher à l'archéen ou au » cambrien la bande méridionale du jurassique de M. de Lacvivier et » une bonne partie de l'Urgonien. » L'auteur admet la continuité de ce calcaire depuis Estagel jusqu'à Saint-Béat (2).

(1) Comme l'a fait justement remarquer M. Bertrand, il semble, en ce qui concerne le calcaire, que M. Menteath a confondu des horizons différents. D'autre part, le muschelkalk me paraît être représenté, lithologiquement au moins, dans la bande comprise entre Foix et Saint-Girons. Nous n'acceptons pas, d'un autre côté, les vues de l'auteur sur l'âge présumé récent des granites et des ophites.

(2) En plusieurs points de mon Analyse critique, j'ai déjà indiqué les motifs qui m'amènent à rattacher, avec Dufrénoy, Durocher, Zirkel, Dieulafait, le calcaire de Saint-Béat et le calcaire de Charpentier au terrain jurassique ; je reviendrai, d'ailleurs, sur cette question dans ma description de la Haute-Garonne. J'ajouterai simplement que M. Viguier me paraît avoir mis sur le même horizon, des calcaires qui appartiennent à des niveaux bien différents, les uns au jurassique, les

Silurien. — Le silurien est vaguement défini dans l'Aude; d'ailleurs il y est très peu fossilifère. La succession serait la suivante à partir de la base :

- 1^o Micaschistes et schistes sériciteux ;
- 2^o Phyllades argileux et schistes maclifères ;
- 3^o Schistes noirs carburés pyriteux et calcaires schisteux ;
- 4^o Schistes gris satinés, verdâtres, rougeâtres, violacés.

Il attribue au silurien supérieur les schistes carburés du col de Pradel ; quant aux phyllades argileux, « il est, dit-il, difficile de les » rapporter à un niveau inférieur à celui de la faune primordiale. » Puis, revenant au calcaire de Charpentier, il représenterait peut-être, à son avis, la faune première ou l'archéen (1).

Terrains primaires supérieurs et terrains secondaires. — Je ne suis pas l'auteur dans l'étude des autres terrains paléozoïques et des terrains secondaires qui constituent la partie capitale de son travail.

Roches éruptives. — M. Viguié a donné une large part aux roches éruptives de tout âge. Il étudie les caractères macroscopiques et microscopiques d'un certain nombre de *granites* ; le granite de Carcarières, qui me paraît comparable à ce que j'appelle avec Zirkel « gra-

autres au silurien, d'autres au terrain primitif ; d'autre part, dans l'Ariège et la Haute-Garonne, la plupart des affleurements granitiques qui se montrent dans le calcaire cristallin ou à son voisinage sont, non des granites éruptifs, mais des roches de la série primitive (gneiss, leptynites, cipolins) : tel est le cas des roches granitiques de Saint-Béat, comme l'ont montré MM. Garrigou et Martin, et récemment Dieulafait ; la même particularité se présente à Castillon et aux environs de Seix. Il paraît dès lors difficile d'attribuer le métamorphisme des calcaires à l'influence directe de ces roches granitiques, et d'en tirer des conclusions sur l'âge de ces calcaires.

(1) En procédant par comparaison avec les terrains de la Haute-Ariège, qui sont au voisinage immédiat, nous voyons entre Ax et Luzenac une *succession à peu près analogue* ; les micaschistes et les schistes sériciteux se retrouvent à Ax ; les schistes maclifères et les phyllades argileux, vers Savignac ; les schistes noirs et calcaires, entre Luzenac et cette dernière localité. Seulement, ici *il y a en plus quelques termes* dont l'absence dans l'Aude nous surprend, vu leur constance à travers toute la Haute-Ariège : tel est l'horizon des schistes quartzeux et rubanés remarqué par M. Garrigou ; aussi la zone des schistes carburés inférieurs qui leur succèdent et surtout le remarquable horizon de calcaire métallifère qui se poursuit avec une continuité remarquable à travers l'Ariège, le Haut Salat, la vallée d'Aran et le massif des monts Maudits. D'autre part, *la succession peut être interprétée différemment* : à mon avis, les assises 3 et 4 de M. Viguié sont seules siluriennes ; la couche 1 me paraît devoir être rattachée à l'archéen, la couche 2 partie à l'archéen, partie au cambrien. Quant au calcaire primitif de Charpentier, je suis très éloigné de croire qu'il relève de l'archéen.

nite pyrénéen, » est considéré avec raison comme le plus ancien des granites éruptifs ; les inclusions, si fréquentes dans cette roche, proviendraient, d'après M. Viguié, d'un magma inférieur à celui du granite. Il s'occupe aussi des *granulites* et montre qu'elles ont fréquemment injecté le gneiss, le transformant en gneiss granulitique. A l'exemple de M. Munier-Chalmas, il rattache les filons de *quartz* aux pegmatites. Les Pyrénées de l'Aude renferment aussi quelques *microgranulites* (eurites des anciens géologues) ; elles traversent le silurien. L'auteur s'occupe ensuite des roches basiques ; elles forment une série remarquable qu'il étudie avec soin ; il montre que beaucoup d'entre elles avaient été improprement désignées sous le nom d'ophites.

Cet ouvrage qui contient une belle carte géologique de l'Aude au $\frac{1}{520.000}$, plusieurs planches de coupes et de panoramas géologiques, constitue un guide précieux pour le département de l'Aude, région qui, malgré les travaux des d'Archiac, Magnan, Leymerie, n'était connue que d'une façon fort imparfaite.

II^{ME} PARTIE

SUCCESSION GÉNÉRALE

ET

GROUPEMENT DES TERRAINS

SUCCESION GÉNÉRALE ET GROUPEMENT

Avant de décrire à tour de rôle les différentes vallées des Pyrénées centrales, cherchons d'abord à établir la succession générale des assises et leur mode de groupement.

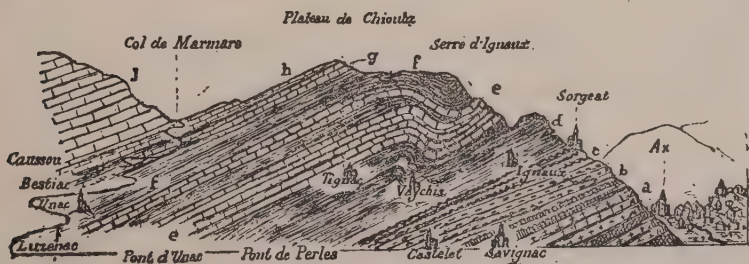
SUCCESION DANS LA HAUTE-ARIÈGE

Une coupe de la vallée de la Haute-Ariège entre Ax et Luzenac donne, si on néglige les détails, la série suivante :

- g. — Calcaires amygdalins de Bestiac et Lordat, avec schistes argileux à la base.
- f. — Schistes argileux carburés d'Unac, à graptolites.
- e. — Calcaire métallifère de Luzenac, avec bancs ardoisiers.
- d. — Schistes carburés inférieurs de Vaychis.
- c. — Schistes quartzeux rubanés et quartzites du Castelet.
- b. — Schistes satinés, parfois maclifères, de Savignac.
- a. — Micaschistes avec pegmatites d'Ax-les-Bains.
- G. — Gneiss avec cipolins et gneiss glanduleux des montagnes d'Orlu.

Nord.

Sud.



Succession entre Ax et Luzenac.

Cette succession, déjà reconnue dans ses traits généraux par MM. Garrigou et Seignette, se répète tout le long de la vallée de l'Ariège; des coupes nombreuses, levées sur divers méridiens (*) et dans diverses vallées, donneront la preuve que la succession a toujours lieu dans le même ordre.

De cette observation, on peut déduire une conclusion importante

(*) Voir particulièrement coupes de la vallée de l'Ariège entre Ax et les Cabannes (p. 179), du Biros (p. 314), de la Pique (p. 382) et surtout de la montagne d'Arrès (359) dans la vallée d'Aran.

qui nous servira de guide dans toutes les autres parties de la chaîne : *c'est qu'il existe, non pas une zone carburée, comme l'admettait Leymerie à propos de la Haute-Garonne, mais deux zones de schistes carburés (d-f), séparées par une bande schisto-calcaire (e)* ; c'est là un fait qui est indéniable dans la Haute-Ariège, et qui est encore plus évident dans le Haut-Salat et la Haute-Garonne ; c'est pour l'avoir méconnu que les géologues ont parfois commis de graves erreurs.

D'autre part, la présence de graptolites dans les deux niveaux de schistes carburés (comme nous le verrons lors de la description du Castillonnais) rattache évidemment les deux zones et la bande schisto-calcaire intermédiaire au terrain silurien.

On a donc là une première série renfermant un certain nombre de coupures :

- f. — Zone carburée supérieure.
- e. — Zone schisto-calcaire.
- d. — Zone carburée inférieure.
- c. — Zone des schistes quartzeux et des quartzites.
- b. — Zone des schistes satinés et maclifères,
- a. — Zone des micaschistes, des schistes cristallins et du gneiss.

SUCCESSION DANS LE HAUT-SALAT

Si nous passons dans le Haut-Salat, nous retrouverons, dans les montagnes d'Aulus et d'Ustou, une série analogue (fig. 37, 38, 39) ; dans la vallée de Couflens (fig. 40), elle sera très complète vers le haut, mais les formations les plus anciennes n'apparaîtront pas à la surface. Il en est de même dans le Biros ; ici, en effet, les schistes cristallins feront défaut vers la zone frontière ; pour les étudier, il faudra se porter un peu plus au nord et particulièrement dans la vallée de l'Arac, entre Biert et Lacourt.

4° Vallée de l'Arac. — Une coupe levée entre Biert et Soulan donne en série descendante la succession ci-dessous (voir page 237) :



Succession dans la vallée de l'Arac.

- d. — Schistes argileux carburés (zone carburée inférieure) (g de la coupe).
- c. — Schistes rubanés siliceux et quartzites. (f)

- b. — Schistes satinés, parfois maclifères. (e de la coupe)
- G { Leptynites micacés ou feldspathiques et micaschistes. (d)
- { Gneiss grenus ou feuilletés avec cipolins. (c)
- { Gneiss oëillé ou glanduleux. (b)
- { Gneiss granitoïde ou granite gneissique. (a)

Nous avons là les termes *les plus inférieurs* de la série de la Haute-Ariège.

2^o *Vallée du Biros*. — Les autres termes sont nettement développés dans la vallée du Biros aux environs de Sentein, où ils nous ont fourni, par la présence de fossiles, des renseignements précieux.

Une coupe levée entre la serre d'Arraing et le port de la Hourquette, limitrophe du val d'Aran, donne la série ci-dessous indiquée, série à peu près conforme, sauf quelques détails, à celle que j'ai publiée en mai 1885 dans le *Journal d'histoire naturelle de Bordeaux et du sud-ouest* (1885, n^o 5).

Au-dessous du T. dévonien d'Uchentein et de Balacet, on trouve, si on s'en tient aux principaux détails (voir page 342 et coupes 65, 69, 72 à 75) :

- | | | |
|---------------------------|---|---|
| Zone carburée supérieure. | { | Schistes d'Irazein, schistes argileux à <i>Retiolites Geinitzi</i> , <i>Monograptus Nilssoni</i> , <i>M. priodon</i> . |
| | | Calcaire ampéliteux à <i>Cardiola interrupta</i> et <i>Orthoceras bohemicum</i> . |
| | | Schistes supérieurs de Sentein à <i>Diplograptus palmeus</i> et <i>Monograptus priodon</i> . |
| Zone schisto-calcaire. | { | Bancs d'eurilite à <i>Orthis budleighensis</i> , <i>O. testudinaria</i> , <i>Tripucleus</i> , avec bancs schisteux et grauwackes. |
| | | Schistes argileux à <i>Echinosphærites balticus</i> , <i>Scyphocrinites elegans</i> . |
| | | Dalles argilo-calcaires et schistes ardoisiers de l'Izar; calcaires à la base. |
| Zone carburée inférieure. | { | Schistes carburés inférieurs et grauwackes à graptolites dendroïdes de la vallée d'Orle. |
| | | Schistes à fucoides du Tuc de Maubermé. |

Schistes rubanés siliceux, quartzites, parfois poudingues quartzeux.

Schistes satinés pétrosiliceux du port de la Hourquette.

Détermination de l'âge. — En réunissant les résultats des deux dernières coupes, nous trouvons donc dans le Haut-Salat la même succession que dans la Haute-Ariège; mais tandis que cette dernière contrée était, en fait de débris organiques, d'une pauvreté désespérante, la vallée de Biros nous fournit un certain nombre d'horizons paléontologiques permettant de fixer l'âge des couches et de servir de repère.

Quelles déductions peut-on tirer de la présence de ces fossiles?

Présence du silurien; diverses zones. — Tout d'abord, l'existence de

graptolites dans les deux zones carburées confirme l'opinion que nous avons précédemment émise, à savoir que les deux zones appartiennent, ainsi que la zone schisto-calcaire qui les sépare, au terrain silurien. Les graptolites dendroïdes de la vallée d'Orle (zone inférieure) sont ceux du groupe d'Arenig ou du Stiperstone; les couches qui les renferment appartiennent donc à la base de la faune seconde. Au-dessous d'elles sont des schistes siliceux rubanés et des quartzites. Nous verrons que les schistes satinés pétrosiliceux forment une zone distincte.

Comme conclusion de ce qui précède, nous aurons pour le silurien trois grandes zones, distinctes au point de vue pétrographique :

Silurien.	{	Schistes carburés supérieurs.
		Zone schisto-calcaire.
		Schistes carburés inférieurs.

Les fossiles vont nous permettre de fixer d'une façon plus précise l'âge de ces divers niveaux.

SILURIEN SUPÉRIEUR

Le calcaire à *Cardiola interrupta* et à *Orthoceras bohemicum* forme un horizon des plus nets observé presque partout dans les Pyrénées; on sait qu'il est l'équivalent stratigraphique des couches anglaises de Wenlock et de l'étage E de Bohême.

Les schistes d'Irazein sont évidemment supérieurs à cette zone; les couches qui les surmontent, distinctes par leur nature pétrographique, séparées d'ailleurs quelquefois (notamment au-dessus de Balacé) par une discordance en direction (p. 335), relèveront du terrain dévonien.

Les schistes supérieurs de Sentein à *Monograptus priodon* appartiennent aussi au silurien supérieur (faune troisième); mais la présence du *Diplograptus palmeus* (base de la faune troisième en Bohême) et d'autres fossiles semble indiquer qu'on arrive alors sur l'horizon du Llandovery, c'est-à-dire à la base de la faune troisième ou plutôt sur la couche de passage entre la faune troisième et la faune deuxième.

SILURIEN MOYEN

Où se trouve la séparation des deux étages? Nous la mettrons volontiers dans les eurilites de Lascoux, sorte de grès feldspathiques ou de tufs clastiques, riches en chlorite et en éléments silicatés, pouvant être considérées comme un écho des éruptions qui, presque partout en Europe, ont marqué la fin du silurien moyen. Notre manière de voir est confirmée par l'existence, dans cette roche, de fossiles du

grès de May (*Orthis Budleighensis*, *Trinucleus*), avec lequel elle a parfois la plus grande similitude (surtout le grès de la Bouexière). Elle est justifiée aussi par la présence au-dessous de ces eurilites avec lesquels ils alternent d'ailleurs vers le haut, de schistes argileux généralement gris clair à *Monograptus colonus* et à *M. lobiferus*, renfermant aussi l'*Echinosphærites balticus*, le *Scyphocrinus elegans* et diverses encrines ; l'*Echinosphærites balticus* appartenant, comme on le sait, à l'horizon du calcaire de Bala, si riche en cystidées.

Ces eurilites et les schistes à *Echinosphærites* représentent donc la partie tout à fait supérieure du silurien moyen et correspondent assez bien au groupe de Caradoc.

Placées entre les schistes à *Echinosphærites* et les schistes à graptolites du niveau d'Arenig, les dalles argilo-calcaires viennent se mettre, avec leurs schistes ardoisiers, sur l'horizon des schistes d'Angers et de Llandeilo ; d'ailleurs, comme j'ai pu m'en assurer sur place, cette zone présente, au point de vue lithologique, la plus grande similitude avec l'étage des grandes ardoisières du N.-O. de la France.

Il résulte de cela que le calcaire cristallin de la base et les schistes qui lui sont intercalés représentent le niveau du grès armoricain. On sait qu'en Suède et dans d'autres pays, cet horizon est également occupé par un calcaire. D'ailleurs, le calcaire dont il vient d'être question est habituellement imprégné de silice, parfois avec une telle abondance, qu'elle forme la moitié de la masse ; de là à un grès quartzeux comme le grès à scolites, la différence n'est pas en somme bien grande. Le faciès est analogue : à distance, le grès à scolites, s'il est blanc, présente le même aspect que les massifs de calcaire cristallin.

D'autre part, ce calcaire cristallin, en raison de sa richesse en imprégnations métalliques et surtout ferrugineuses, a mérité le nom de « calcaire métallifère. » N'est-ce pas un rapprochement de plus avec le grès armoricain qui, presque partout, dans le N.-O. de la France, présente un banc de minerai de fer ayant une continuité remarquable.

En Espagne, dans la province de Ciudad-Real, les conditions paraissent être analogues : le grès à bilobites repose, d'après M. de Cortazar, sur des schistes à graptolites du groupe de Skiddaw, identique, comme on sait, à celui d'Arenig. En outre, dans la chaîne Cantabrique, la couche à faune primordiale a pour toit, d'après M. Casiano del Prado, un calcaire dolomitique et subsaccharoïde (B. S. G. de Fr., 2^e série, t. XVII, 4860).

SILURIEN INFÉRIEUR

Nous avons donc reconnu jusqu'ici dans cette partie des Pyrénées les représentants du silurien supérieur, du silurien moyen et du ni-

veau d'Arenig placé à la limite de la faune seconde et de la faune première. L'horizon des Lingula-flags est-il représenté avec ses trilobites primordiaux ? Non, jusqu'à ce jour du moins, dans les Pyrénées. Mais ici aussi se trouvent des fossiles qui appartiennent au cambrien.

Dernièrement, en effet, dans des schistes ardoisiers de Pales de Saint-Just (Haute-Pique), M. Lebesconte a reconnu, sur des échantillons que je lui ai adressés, des *Montfortia* et autres fossiles des schistes de Rennes.

D'autre part, entre Rimont et Biert (coupe 29), au-dessous d'un horizon de schistes carburés qui lui-même est sous-jacent à un calcaire métallifère, on rencontre des schistes argileux (*r*) ayant les plus grands rapports avec les schistes à faune primordiale de l'Hérault.

La similitude des roches cambriennes des Pyrénées et de Bretagne est parfois tellement grande, qu'il devient impossible d'établir entre elles une distinction : ainsi, les schistes verdâtres situés au bas du port d'Uretz où ils passent aux quartzites sont, comme faciès et comme composition, absolument identiques aux schistes aimantifères à chloritoïde que, en août 1886, lors de la réunion de la Société géologique à Quimper, j'ai recueillis aux environs de Salles-de-Rohan : on sait que ces schistes verts, qui se rattachent à la zone des schistes pourprés, ont été mis sur l'horizon des schistes aimantifères de Deville à Oldhamia.

Au cambrien également appartiendraient les poudingues quartzeux des environs de Valencia, inférieurs aux schistes carburés du port de la Bonaïgue.

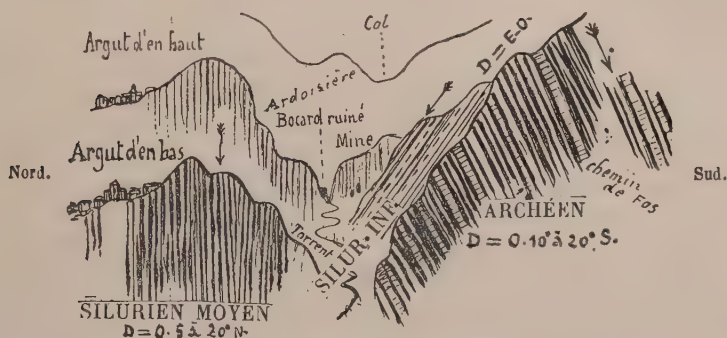
ARCHÉEN

En somme, à peu près mêmes horizons qu'en Bretagne et en Normandie. De plus, les schistes satinés sous-jacents aux quartzites présentent, comme on l'a reconnu depuis longtemps et comme j'ai pu le vérifier sur place, la plus grande similitude avec ceux de Douarnenez et de Saint-Lô, dont l'âge a fourni matière à tant de discussions. Le problème est donc le même dans les Pyrénées et dans l'Armorique : à quel niveau faut-il placer ces schistes ?

Leur cristallinité, leur richesse en minéraux silicatés, parfois aussi leur similitude frappante avec les gneiss et les micaschistes, les rapprocherait au premier abord de la série cristallophyllienne ; mais ils alternent avec des schistes argileux, renferment des débris clastiques, et contiennent, quoique très rarement (Lès, Luchon), des galets roulés de quartz ou d'une matière quartzo-feldspathique (p. 358) ; Coquand en avait signalé déjà dans la vallée du Lys. La présence de ces galets indique de l'eau en mouvement et exclut le terrain primitif.

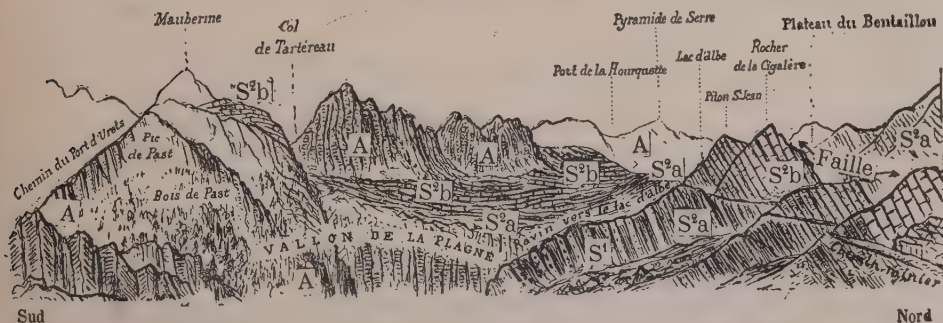
Mais ces schistes ne seraient-ils pas du cambrien métamorphique ? Sans aucun doute les roches éruptives ont modifié, d'une façon notable, la nature de ces dépôts. Toutefois, remarquons que l'existence de poudingues au-dessus de ces schistes, montre qu'il y a eu mouvement du sol entre le dépôt des schistes satinés et celui des quartzites, mouvement qui, jusqu'à un certain point, légitime une séparation.

En outre, entre ces deux zones existe une *discordance* déjà soupçonnée par Leymerie : je l'ai constatée dans la haute vallée de Sentein, en dessus du Bocard (fig. 65, 67, 68), dans le massif du Pech d'Arbiel entre Biert et Lauch (fig. 29) ; aussi aux Arguts (fig. 85), aux environs



Discordance entre l'archéen et le cambrien aux Arguts.

de Lès (fig. 78), entre Saléchan et Estenos (fig. 98), et peut-être aussi dans la montagne de Superbagnères (fig. 103). Nous reviendrons,



Discordance entre l'archéen et le silurien aux mines de Sentein.

d'ailleurs, à propos du terrain archéen, sur ce point qui est d'une importance capitale.

Autre caractère différentiel : la stratification est beaucoup moins tourmentée dans les schistes argileux inférieurs et les quartzites que dans les schistes satinés. Ainsi qu'on peut le constater en plusieurs points, et notamment dans la partie française du Val d'Aran (fig. 85), les schistes satinés et les schistes pétrosiliceux qui les accompagnent changent fréquemment d'inclinaison et de pendage ; ils sont habituellement ployés, tordus, chiffonnés en quelque sorte de la façon la plus capricieuse, tandis que les schistes quartzeux et les schistes carburés qui les suivent de près ont une allure plus régulière et un pendage plus uniforme.

Ces diverses considérations, corroborées par la présence fréquente de macles, de staurotide et de nombreux filons de pegmatite, nous portent à écarter cette zone du cambrien et à voir en elle, soit du *précambrien*, soit et plutôt du *terrain archéen*, en donnant à ce terme le sens restreint que lui a appliqué M. Hébert.

TERRAIN PRIMITIF

La série cristalline des environs de Soulan (fig. 32), celle aussi qui se développe au sud d'Ax (fig. 2), série à structure zonaire et complètement dénuée de tout élément clastique, appartient nettement au terrain primordial ou cristallophyllien ; nous y distinguerons les deux étages qu'on y a reconnus presque partout : en haut, l'étage des gneiss grenus et feuilletés, avec calcaires cristallins, micaschistes, leptynites et parfois des intercalations de roches basiques ; dans le bas, l'étage des gneiss rubanés et des gneiss glanduleux ayant pour substratum le gneiss granitoïde ou gneiss fondamental, difficile à séparer du granite fondamental auquel il passe graduellement.

DIVERS HORIZONS DE L'ARIÈGE

L'étude stratigraphique de la Haute-Ariège et de la vallée du Salat, aidée de quelques observations faites sur d'autres points des Pyrénées, soit dans la vallée de la Noguera-Pallaresa, soit dans la vallée d'Aran, nous a donc permis d'établir divers groupes ; rappelons les plus importants, constituant des étages :

Silurien supérieur. — Zone carburée supérieure.

Silurien moyen. — Zone schisto-calcaire et zone carburée inférieure.

Silurien inférieur. — Zone de schistes argileux et de quartzites.

Archéen. — Zone des schistes satinés, pétrosiliceux ou maclifères.

Cristallophyllien. — Zone des schistes cristallins primitifs.

SUCCESSION DANS LA HAUTE-GARONNE

Dans la Haute-Garonne, série analogue à celle de Biros, mais moins fossilifère en général.

1° *Val d'Aran français*. — La coupe du val d'Aran français (fig. 85), entre Saint Bât et le Pont du-Roi, nous montrerait une succession à peu près identique. Toutefois, Leymerie qui le premier a débrouillé la structure de cette vallée, ne distingue que deux divisions : le silurien supérieur et le silurien inférieur ou cambrien. Son cambrien correspondant presque entièrement à notre archéen, c'est dans son silurien supérieur qu'il faut chercher les trois termes du silurien. Nous trouvons ici également deux zones de schistes carburés séparées par une zone schisto-calcaire ; mais l'éminent géologue pyrénéen n'a pas pris garde à ces horizons pétrographiques ou plutôt a considéré la zone carburée inférieure comme résultant d'une imprégnation de la zone carburée supérieure ; d'autre part, comme les schistes et calcaires ampéliteux du niveau de Marignac, seul horizon fossilifère connu à cette époque, étaient unanimement classés dans le silurien supérieur, il a attribué à cet étage tous les calcaires ampéliteux, aussi tous les schistes carburés, même ceux de la zone inférieure ; comme conséquence naturelle, les schistes pétrosiliceux sous-jacents devenaient du silurien inférieur ou cambrien.

2° *Vallée de la Pique*. — Dans la vallée de la Pique la succession est des plus nettes, et en allant de Cierp vers Lège et Cier-de-Luchon on trouve la série suivante (fig. 95 et 94) :

Dévonien supérieur. — Calcaires amygdalins et griottes de Cierp.

Dévonien inférieur. — Schistes et calschistes de Signac, à Phacops.

<i>Silurien</i> .	{	Zone carburée supérieure : Schistes carburés à graptolites de Bachos.
		Zone schisto-calcaire : Schistes ardoisiers et calschistes de Guran, avec eurilites. — A la partie supérieure, <i>Monograptus colonus</i> et <i>Echinosphærites balticus</i> .
		Zone carburée inférieure : Schistes carburés de Lège.

Cambrien. — Schistes siliceux et quartzites de Luret.

Leymerie avait vu cette succession, mais en l'interprétant d'une façon toute différente : admettant ici aussi que tous les schistes carburés relèvent du silurien supérieur, il avait assimilé les schistes de Bachos à ceux de Lège qu'il regardait comme en continuité dans la profondeur ; mais la présence des dalles lustrées devait lui causer un certain embarras dont il nous fait part dans son ouvrage (*) : après

(*) Leymerie : *Les Pyrénées de la Haute-Garonne*, p. 245.

les avoir, dans ses premiers travaux, attribués au silurien, il s'arrête finalement à cette conclusion, c'est que les dalles lustrées sont logées dans un pli des schistes carburés du silurien supérieur et représentent par suite le dévonien inférieur.

Tout autre est notre manière de voir : le pli invoqué par Leymerie n'existe pas ; il en résulte que les schistes carburés de Lège sont sur un autre horizon que ceux de Bachos, et que les dalles lustrées, avec leurs schistes ardoisiers, leur sont intermédiaires et comme position et comme âge.

Le tableau ci-dessous indique quel est, à mon avis, l'ordre de superposition :

	LEYMERIE	NOBIS
<i>Schistes et calcschistes de Signac.</i>	D ¹	D ¹
<i>Schistes carburés de Bachos.</i>	Sil. supérieur	S ³
<i>Dalles lustrées de Guran.</i>	D ¹	S ²
<i>Schistes carburés de Lège.</i>	Sil. supérieur	S ²
<i>Schistes satinés et quartzites de Luret. .</i>	Sil. inférieur	S ¹

Cette rectification, que je considère comme capitale pour le silurien de la Haute-Garonne, entraîne avec elle des modifications importantes dans la grande coupe que Leymerie nous a laissée de la vallée de la Pique : les ondulations y sont moins multipliées ; d'un autre côté, la part du dévonien doit être considérablement amoindrie en faveur du silurien moyen. C'est surtout l'étude du Saint-Gironnais, où le silurien est bien développé, qui m'a conduit à des conclusions différentes de celles de Leymerie ; dès le début, acceptant avec pleine confiance la manière de voir de cet éminent géologue au coup d'œil si sûr, à l'esprit si judicieux, j'avais rattaché les dalles lustrées du pays de Sentein au dévonien inférieur ; nécessité fut pourtant de me rendre à l'idée qu'ils étaient placés *au-dessous* de l'horizon de la Cardiola interrupta (*).

FAUNES DE LA HAUTE-GARONNE

Du vivant de Leymerie, la faune silurienne de la Haute-Garonne était pauvrement représentée, et les départements voisins n'avaient fourni aucun document nouveau ; on concevra ainsi les difficultés contre lesquelles il eût à se heurter pour fixer l'âge des diverses assises.

(*) La découverte récente, par M. Gourdon, de graptolites *au-dessus* des dalles lustrées de Cier, identiques à celles de Guran, me confirme dans l'idée que ces dalles lustrées appartiennent non pas au dévonien comme l'admettait Leymerie, mais à un horizon plus ancien que le silurien supérieur.

Mais depuis quelques années, grâce aux actives recherches de M. Gourdon, les découvertes se sont multipliées dans les terrains paléozoïques de la Haute-Garonne ; les savantes études de M. Barrois, tout en nous fixant sur la nature de ces fossiles, nous ont donné, sur l'horizon probable qu'ils devaient occuper, des renseignements précieux.

Comme le dit cet éminent géologue, il y a là trois niveaux distincts :

1^o *Schistes à trilobites de Cathervielle*, d'une richesse exceptionnelle :

Phacops fecundus, *Lichas palmata*, *Dalmanites*, *Cyphaspis*, *Harpes*, *Bronteus*, *Bryozoaires*, *Zaphrentis*, *Petraia*, *Pleurodictyum*, nageoire de cestracion, *Cardiola*, *Strophomena*, *Orthocères*.

2^o *Ardoises à néreïtes du Bourg-d'Oueil* : *Nereïtes Sedgwicki*, *N. Olivanti*, *Hyolites simplex*.

3^o *Calcaires siliceux de Montauban*, à *Echinosphærites balticus* ; avec encrines, polypiers hexacoralliens, polypiers rugueux

Citons, en outre, un exemplaire isolé de *Trinucleus* (*T. Goldfussi*), trouvé avec des *Orthis* dans un bloc erratique au pied du Pic du Gar.

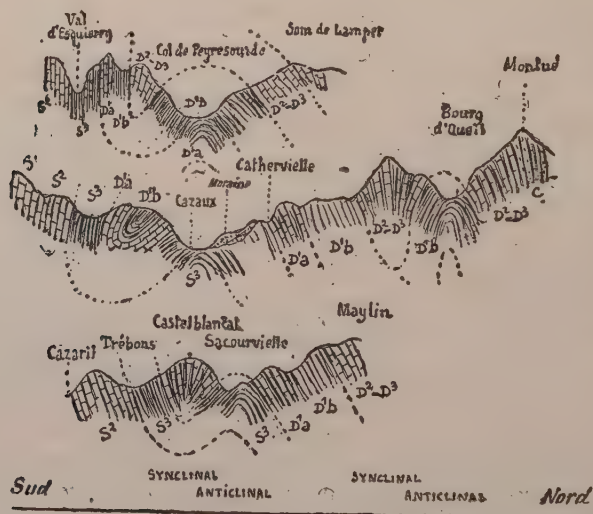
Comme l'indique M. Barrois, ces trois horizons étaient déjà connus et décrits en partie par Leymerie : le niveau de Cathervielle n'est autre que celui de Signac, à *Phacops* et encrines, base du dévonien pour le géologue toulousain ; les pistes à Néréïtes de la vallée d'Oueil avaient été remarquées dès longtemps sous le nom de Myrianites ; quant au niveau de Montauban, il paraît, d'après M. Barrois, « identique aux schistes alumineux à nodules calcaires de Bachos, où Leymerie indique le *Scyphocrinites elegans*. »

M. Barrois, se basant sur le simple examen de ces faunes, a cru devoir leur attribuer dans la série stratigraphique la place suivante : pour lui, les ardoises à néreïtes sont du silurien moyen (étage D de Barrande) ; le gîte de Montauban est mis sur l'horizon de Caradoc et assimilé au gîte à *Scyphocrinus* indiqué par Leymerie aux environs de Bachos. Quant au gîte de Cathervielle, il représente à ses yeux la partie supérieure du silurien (étage G), « autant, dit-il, qu'on peut en juger d'après trois espèces soigneusement déterminées. Mais les rapports intimes qui existent entre ces formes et les espèces du dévonien inférieur du Hartz et du Rhin (*Hercynien de Kayser*), permettent cependant de défendre, sans rencontrer d'objection sérieuse, l'opinion de Leymerie qui les place à la base du dévonien. » Dans un travail plus récent, il confirme sa manière de voir et regarde l'horizon de Cathervielle comme un *faciès argileux* de l'étage hercy-

nien. « La stratigraphie fixera, dit-il, la position de Cathervielle entre E et le Coblencien, » auquel il rapporte les schistes à spirifères des environs de Laruns, étudiés par de Verneuil.

J'ai eu l'occasion d'examiner les gisements fossilifères de la Haute-Garonne et voici les réflexions qu'ils m'ont inspiré :

Sans nier que le niveau de Cathervielle ne soit à la place que lui assigne M. Barrois, entre l'étage E et le Coblencien (dévonien inférieur), les relations stratigraphiques me semblent le rattacher plutôt au dévonien inférieur, ainsi que l'admettait Leymerie : du côté sud, en effet, il est séparé de l'étage E par un intervalle considérable, occupé par plusieurs horizons stratigraphiques (schistes ardoisiers, calcaires à encrines, etc.), le tout absolument dénué de graptolites ; du côté nord, au contraire, les schistes de Cathervielle sont presque en contact avec les calcaires entrelacés du dévonien supérieur. Remarquons, d'autre part, que les indications paléontologiques relatives à cette faune, sont tout aussi favorables au dévonien inférieur qu'au silurien supérieur. Ces considérations nous ont déterminé à



Position stratigraphique des fossiles de Cathervielle et de Bourg-d'Oueil.

maintenir, avec Leymerie, cette zone à Phacops à la base du dévonien, auquel elle se rattache aussi lithologiquement. Dernièrement, M. Frech les a placés aussi sur cet horizon.

En ce qui concerne la place des schistes de Cathervielle, les diver-

gences se réduisent donc à une question d'accolade. Il en est tout autrement pour les ardoises à *Néréites* : ce niveau n'est pas inférieur à l'horizon à *Cardiola interrupta* ; mais, comme l'avait reconnu Leymerie, il se trouve en plein dévonien, presque dans la région des marbres amygdalins.

Il ne reste donc plus des faunes siluriennes de la Haute-Garonne que la faune à *Echinosphærites balticus* de Montauban ; ici, M. Barrois a été mieux servi dans ses vues inductives : en étudiant les gîtes de Montauban et celui du bas de Cazaril qui est absolument identique, j'ai constaté que cette assise fossilifère, peu développée d'ailleurs, était surmontée de schistes carburés renfermant des calcaires à orthocères ; ils occupent donc bien la place que leur avait assignée M. Barrois, à la partie supérieure de la faune seconde (horizon de Caradoc) ; toutefois, je dois faire remarquer que, dans le Saint-Gironnais, j'ai découvert des horizons fossilifères intermédiaires.

Il résulterait de mes observations que la faune silurienne de la Haute-Garonne doit être considérablement réduite ; des trois horizons indiqués par M. Barrois, un seul resterait au silurien. La succession donnée avec réserve, il est vrai, par ce géologue, était la suivante :

	{	<i>Schistes de Cathervielle</i>	Etage G (Etage hercynien).
SILURIEN	{	<i>Calcaires à Cardiola interrupta</i>	E
	{	<i>Ardoises à Néréites</i> .	
	{	<i>Calcaire à Echinosphærites, schistes de Bachos</i>	D
A mon avis, la succession devrait être modifiée ainsi qu'il suit :			
	{	<i>Ardoises à Néréites</i> .	
DÉVONIEN	{	<i>Schistes de Cathervielle</i> .	
	{	<i>Calcaire à Cardiales</i>	E
SILURIEN	{	<i>Calcaire à Echinosphærites, schistes de Bachos</i>	D

Dans une description de la Haute-Garonne (p. 440 à 442), je donnerai là-dessus des renseignements complémentaires. Pour le moment je me bornerai à reproduire ici mes coupes parallèles à travers le pays du Larboust et d'Oueil : pour suppléer à l'insuffisance de la légende, je dois ajouter que les schistes à trilobites se trouvent au nord de Cathervielle dans la zone D'b et les ardoises à *Néréites* au sud de Bourg-d'Oueil.

TABLEAU COMPARATIF

Pour fixer les idées, je crois devoir donner ici un tableau mettant en parallèle la succession des assises, telle du moins que je la comprends, dans la Haute-Ariège, le Haut-Salat et la Haute-Garonne :

Tableau comparatif des diverses zones dans les Pyrénées centrales

Haute-Ariège	Haut-Salat	Haute-Garonne et Aran
Zone carburée supérieure : (Sch. argileux et sch. ardoisiers)	S^{5c} Schistes carburés à <i>Retiolites Gœinitzi</i> ; <i>Monograptus priodon</i> ; <i>M. Nilssoni</i> Sch. à graptolites du Gar (niveau sup.). S^{5b} Calcaire à <i>Cardiola interrupta</i> et <i>Orthoceras bohemicum</i>. Calc. à <i>Cardioides</i> de Marignac et du Gar. S^{5a} Schistes carburés à <i>Diplograptus palmatus</i>, <i>Mon. priodon</i> Sch. à graptolites du Gar (niveau inf.).	
Zone schisto-calcaire (Sch. ardoisiers et calc. métallif.)	(Eurilites à <i>Orthis Budleighensis</i>, <i>Trinaculus</i>) S^{2c} { Sch. à <i>Monograptus colonus</i>, <i>M. lobiferus</i>, à Sch. de Bachos à Mon. colonus et à <i>Echinosphærærites balticus</i> et à <i>Scyphocrinus elegans</i> Calcaire de Montauban à <i>Echinosphærærites</i>. S^{2b} Dalles argilo-calcaires avec sch. ardoisiers et calcaire métallifère inférieur Dalles lustrées avec sch. ardois. de la Cigalère, Cier et Guran, et calcaire métallifère ; altern. de calc. et de sch. verts.	
Zone carburée inférieure. — (Sch. carburés infér. et grauw.)	S ^{2a} Sch. carburés inférieurs à <i>Graptol. dendroides</i> (Orle). Schistes carburés de Lège.	
Zone des schistes quartzeux	S ¹ { Schistes argileux et schistes ardoisiers. Ardoises des Pales de Sajust à <i>Monfortia</i> . (Quartzites et conglomérats quartzeux Quartzites de Viella et de Luret.	
Zone des sch. satinés et macifères. A	Schistes satinés et pétrosileux Sch. satinés et phyll.-gneissiques de Montauban-Luchon.	
Zone des sch. cristallins. — G	{ Micascistes, gneiss feuilleté et grenu, avec leptynites et cipolins. } (Gneiss et leptynites des environs de Luchon.)	

Succession générale

SILURIEN SUPÉRIEUR	S ^{3c}	Schistes carbonés à <i>Reticolites Gemitzi</i> , <i>Monograptus Nilsoni</i> , <i>M. priodon</i>	Ludlow, Wenlock.
	S ^{3b}	Calcaire à <i>Cardiola interrupta</i> et <i>Orthoceras Bohemicum</i>	Wenlock.
	S ^{3a}	Schistes carbonés à <i>Diplograptus palmeus</i> et <i>Monogr. priodon</i>	Wenlock inférieur et Llan- doverly supérieur.
SILURIEN MOYEN	S ^{2c}	Enrilites et schistes à <i>Orthis Budleighensis</i> , <i>Trinucleus</i> , encrines. Schistes à <i>Monograptus colonus</i> , <i>M. Lobiferus</i> , <i>Seypho- crinus elegans</i> . Calcaires à <i>Echinosphærites balticus</i> .	Llandovery inférieur. Grès de May et Caradoc.
	S ^{2b}	Dallés lustrées et schistes ardoisiers.....	Llandeilo et schistes d'Angers.
	S ^{2a}	Calcaire métallifère,..... Schistes carbonés inférieurs à <i>graptolites dendroïdes</i>	Grès armoricain. Arenig.
SILURIEN INFÉRIEUR (Cambrien)	S ¹	Schistes argileux et ardoises à <i>Montfortia</i> . Quartzites, schistes siliceux et poudingues quartzeux.	Conglomérats pourprés et schistes de Rennes; Lin- gula flags. — Harlech.
	A	Schistes satinés et pétrosiliceux, avec phyllades gneissiques et schistes maclifères.	Schistes de Saint-Lô et de Llanberis.
T. PRIMITIF	G ²	Micaschistes, gneiss: feuilletés et granus, leptynites, cipolins et roches basiques.	
	G ¹	Gneiss granitoïde avec gneiss rubanés et élardeaux à la partie supérieure.	

CONCLUSIONS SUR LA SUCCESSION ET LE GROUPEMENT DES TERRAINS

Nous venons de voir qu'au-dessous du terrain dévonien, et séparé de lui par une discordance en direction (Balacé) ou un poudingue (Belver, Arcavel), se trouvent des masses énormes de schistes, les uns cristallins, les autres terreux, auxquels se joignent, comme éléments subordonnés, des calcaires et quelques autres roches.

Voici, en résumé, dans quel ordre ces masses minérales se succèdent et quel est leur âge relatif :

Disons d'abord qu'on peut, presque toujours, les répartir en quatre groupes que nous désignerons, pour abrégé, par les notations I, II, III, IV. Le premier groupe étant essentiellement composé de schistes cristallins, le deuxième de phyllades, le troisième de roches quartzeuses et de schistes, le dernier enfin d'alternances calcaro-schisteuses, nous pourrions les appeler respectivement :

1° *Groupe des schistes cristallins* ;

2° *Groupe des phyllades* ;

3° *Groupe schisto-siliceux* ;

4° *Groupe calcaro-schisteux*.

Les deux premiers, *discordants* entre eux, sont absolument azoïques, au moins jusqu'à ce jour; les deux derniers, tous deux fossilifères et concordants entre eux, se séparent des deux autres par une nouvelle *discordance*.

Dans le quatrième groupe, on peut distinguer quatre zones : IVd, IVc, IVb, IVa.

La zone supérieure (IVd), placée immédiatement au-dessous du terrain dévonien, est caractérisée par la *Cardiola interrupta*, l'*Orthoceras bohemicum* et de nombreux graptolites, notamment le *Monograptus priodon*; elle correspond donc au *Silurien supérieur* et plus exactement à l'étage E de Barrande; la base renferme des schistes à *Diplograptus palmeus*, ce qui indique qu'on est sur les confins du silurien moyen.

En dessous, zone IVc. On y distingue, à la partie supérieure, des schistes à *Trinucleus* et à *Monograptus colonus*, des calcaires à *Echi-*

nosphaerites balticus, des grès et schistes contenant les *orthis* du grès de May; tous fossiles prouvant l'existence du Caradoc anglais, c'est-à-dire de la partie supérieure du *silurien moyen*.

La zone IVb, formé de schistes ardoisiers et de calcaires n'a pas encore donné de fossiles caractéristiques; mais sa position au-dessus de la zone IVa, qui renferme les graptolites dendroïdes d'Arenig, base du silurien moyen et, d'autre part, sa similitude avec l'horizon des schistes d'Angers, la désignent comme représentant la partie moyenne de cet étage. Nous avons donc, en descendant, la série :

IVc. — Zone des schistes à *Trinucleus* et à *Echinosphaerites* (Caradoc).

IVb. — Zone calcaro-schisteuse (schistes d'Angers et de Llandeilo).

IVa. — Zone des schistes à graptolites dendroïdes. — (Arenig.)

La zone d'Arenig étant à l'extrême base du silurien moyen, ce qui est au-dessous, c'est-à-dire le groupe III (groupe schisto-siliceux), doit représenter le silurien inférieur ou *cambien*; d'ailleurs, au point de vue lithologique, analogie frappante avec les roches à faune primordiale de l'Hérault, avec les schistes cambriens de la Bretagne et de l'Ardenne; d'autre part, la présence des *Monfortia* dans les schistes de Sajust les rapproche des schistes de Rennes.

Enfin le groupe phylladien (II) se sépare du groupe schisto-siliceux (III) par une discordance que j'ai constatée en plusieurs points, et du groupe I ou des schistes cristallins, par l'existence de cailloux roulés indiquant l'action de l'eau en mouvement; il correspond donc à l'étage désigné par M. Hébert sous le nom d'*archéen*.

Les schistes cristallins sous-jacents font naturellement partie du *terrain primitif*.

En somme, de ce qui précède on peut conclure à l'existence des terrains suivants dans les Pyrénées centrales :

Silurien supérieur;
Silurien moyen;
Silurien inférieur ou cambrien;
Archéen;
Terrain primitif.

VARIATIONS DU FACIÈS LITHOLOGIQUE

La succession n'est pas toujours aussi complète que dans le tableau qui précède ; d'un autre côté, les roches d'un même horizon peuvent présenter quelques différences dont il faut tenir compte.

Quand les assises inférieures du silurien ou de l'archéen ont été influencées par des roches éruptives (Ax-les-Bains, Luchon, vallée d'Oo, etc.), leur nature pétrographique change notablement : les schistes argileux carburés perdent en grande partie le pigment charbonneux qui les colore et prennent l'aspect des phyllades caractérisant l'archéen. Quant aux phyllades archéens, ordinairement représentés par des schistes satinés plus ou moins pétrosiliceux, ils s'imprègnent de mica et constituent alors des phyllades gneissiques, qui ont, avec certains gneiss, la plus grande similitude.

Aussi, si on n'y prend garde, les caractères de ces deux zones peuvent passer inaperçus. C'est ce qui a lieu surtout pour la zone des schistes carburés dans la Haute-Garonne où les masses éruptives atteignent un grand développement.

La transformation est encore plus sensible dans la zone schisto-calcaire du silurien moyen ; normalement, elle est formée de schistes ardoisiers alternant avec des dalles argilo-calcaires et des calschistes noirs ou gris bleuâtre. L'ensemble est habituellement de couleur terne et sombre ; la cristallinité est peu accusée. Tel est le faciès du silurien moyen dans les parties basses du Biros, dans la vallée de la Garonne en amont de Saint-Béat et aussi entre Arros et Viella, dans la vallée de la Pique en aval de Luchon. Dans ces diverses régions, pas de pointement granitique.

Au contraire, dans les contrées où le granite a fait intrusion au sein du silurien moyen (Mont Vallier, environs d'Artias, bande calcaire des Monts Maudits, etc.), le faciès argileux diminue, tandis que la cristallinité se développe au plus haut degré : les schistes ardoisiers se décolorent habituellement et prennent un éclat rappelant celui des schistes satinés ; l'élément calcaire subit des transformations analo-

gues; les calschistes argileux, à couleur terne, à cassure terreuse, tendent à disparaître et sont remplacés par des calcaires zonés éminemment cristallins, souvent employés comme marbres à cause de leur blancheur et de la finesse de leur grain, calcaires renfermant surtout en abondance du quartz cristallisé, de la pyrite et une foule d'autres minéraux accidentels; parfois même il y a formation de véritables dolomies, analogues, par leur cristallinité, à celles du Saint-Gothard.

Au reste, ces modifications métamorphiques, sur lesquelles nous aurons l'occasion de revenir, ne sont pas dues à l'action directe du granite, mais aux phénomènes mécaniques qui ont accompagné l'intrusion, au milieu des terrains sédimentaires, de cette roche déjà consolidée dans les profondeurs. Il est probable que l'humidité naturelle des dépôts, aidée de la chaleur qui s'est développée sous ces compressions énergiques, a suffi pour les rendre cristallins et développer dans leur masse un certain nombre de minéraux.

Aussi n'est-ce pas seulement au voisinage du granite que ces transformations se font sentir, mais encore dans toutes les régions tourmentées soumises à des pressions considérables, dans les régions accidentées par les failles et les dislocations de tout ordre, par suite surtout dans les hauts massifs du centre de la chaîne qui peuvent être considérés comme de vastes champs de fractures.

Sous la réserve de ces variations lithologiques subordonnées à des conditions locales, nous pouvons affirmer d'avance que, d'un bout à l'autre des Pyrénées centrales, les formations intérieures au dévonien sont constituées par les mêmes éléments, disposés, à peu de chose près, dans le même ordre. Quelques niveaux peuvent manquer; mais les grandes zones subsistent toujours. Cette uniformité de structure, qui échappe au premier abord, sera mise en évidence par les études de détail dans lesquelles nous entrerons à propos des diverses vallées des Pyrénées centrales.

III^{ME} PARTIE

ÉTUDE PAR RÉGIONS

HAUTE-ARIÈGE — HAUT-SALAT

HAUTE-GARONNE

HAUTE-ARIÈGE

APERÇU GÉOGNOSTIQUE SUR LE BASSIN DE LA HAUTE-ARIÈGE

La vallée de l'Ariège présente au plus haut degré la disposition en haïonnnette qui, d'après M. Schrader, constitue, dans les Pyrénées centrales, le trait orographique dominant ; transversale à son début entre la frontière et Ax-les-Bains, elle s'incurve ensuite brusquement vers le N.-O., pour reprendre plus aval, en-dessous des Cabannes, une direction parallèle à la première.

Dans son cours supérieur, c'est-à-dire depuis la Cerdagne française et l'Andorre jusques à Ax, l'Ariège coule du sud au nord, au fond d'une vallée étroite et sauvage, vallée de fracture, entaillée dans un massif montagneux généralement fort élevé. A peine sorti de l'enceinte granitique qui lui sert en quelque sorte de berceau, le torrent, bien modeste encore, traverse les terrains schisteux de Puymoreus et de la Soulane, lambeau réduit du puissant système schisto-calcaire qui, à quelques pas de là, forme, presque à lui seul, le territoire andorran. Aux environs de l'Hospitalet, l'Ariège, poursuivant son cours, s'engage dans un énorme empâtement de roches granitiques, cristallines ou cristallophylliennes, constituant, le long de la frontière ou dans son voisinage, une barrière imposante, jalonnée par les pics ardus de Carlitte, de Lanoux, de Pédroux, et, vers l'ouest, par les montagnes désolées de Fontargente et de Serrère. La gorge creusée entre l'Hospitalet et Ax n'a pas d'autre composition ; à peine, au niveau de Mérens, une bande relativement mince de schistes et de calcaires paléozoïques vient-elle rompre un instant la monotonie de ce système.

A la station d'Ax-les-Bains, grand changement pétrographique : l'empire du granite va cesser pour laisser la place à de puissantes formations schisteuses ou calcaires appartenant d'abord à la série primaire, puis à la série secondaire, celles-ci allant s'adosser au massif granito-gneissique du Saint-Barthélemy. Mais, ici, l'Ariège rencontre sur son trajet une grande fracture donnant issue aux innombrables sources sulfureuses qui jaillissent dans cette région ; c'est là

un chemin naturellement tracé que le cours d'eau, grossi de l'Oriège et de la rivière d'Ascou, s'empresse de suivre. Toutefois, sollicité en même temps par la force qui l'attire vers le nord, il prend une direction intermédiaire, pour ainsi dire résultante ; dès lors, au lieu de longer la bande paléozoïque alignée dans le sens même de la faille, il traverse successivement, grâce à son cours oblique, les diverses assises qui la constituent, à partir des plus anciennes, assises moins résistantes d'ailleurs et offrant à l'érosion une action plus facile. C'est ainsi que le lit de l'Ariège est creusé tour à tour dans le terrain archéen, le cambrien et le silurien ; le dévonien, néanmoins, se tient constamment sur la rive droite, en dehors des atteintes du torrent.

Aux Cabannes, et plus exactement à la hauteur de Bouan, l'Ariège a laissé derrière elle toute la bande paléozoïque ; grossie par la rivière d'Aston, elle se fraie devant elle, et à la faveur d'une fracture, un passage dans la direction du N.-O. ; elle recoupe d'abord des crêtes blanches, arides, se dressant à pic comme des murs gigantesques ; toutefois, son parcours est flexueux et comme hésitant à travers ce solide chaînon calcaire et dolomitique qui imprime à cette partie de la vallée un caractère aussi grandiose que sauvage ; plus bas, cette bande rocheuse, qui relève du jurassique et du crétacé, semble s'épanouir, et, aux environs de Tarascon, elle donne un bassin assez étendu, flanqué à droite et à gauche par deux énormes massifs granito-gneissiques, dont le pic Saint-Barthélemy et le pic des Trois-Seigneurs sont les points culminants.

En aval de Tarascon, l'Ariège, forte des apports du Vicdessos, marche hardiment vers le nord, traversant un nouveau massif schisto-cristallin : c'est le massif primordial du Picou et de Mercus, détaché du pic des Trois-Seigneurs et du pic Saint-Barthélemy ; massif d'ailleurs absolument identique à celui déjà rencontré en amont d'Ax-les-Bains et qui s'étend jusqu'à Foix, où il vient buter directement contre les terrains secondaires du Pech Saint-Sauveur ; toutefois, il est recouvert, au niveau de Saint-Antoine et de Prayols, par une bande de calcaires et de schistes anciens, bande peu développée sur les bords de l'Ariège, mais qui prend plus loin une grande extension, à l'est, vers la lisière septentrionale de Montfourcat, à l'ouest surtout, dans la direction du Saint-Gironnais, à travers les montagnes boisées qui s'élèvent au sud de Labastide et de Castelnaudurban.

Nous ne suivrons pas l'Ariège en aval de Foix ; on sait que cette rivière recoupe, à partir de là, le jurassique, le crétacé, puis le tertiaire inférieur, avant d'entrer dans les puissants dépôts miocènes qui doivent l'accompagner jusqu'à son confluent avec la Garonne.

Si nous jetons maintenant un coup d'œil rétrospectif sur le chemin

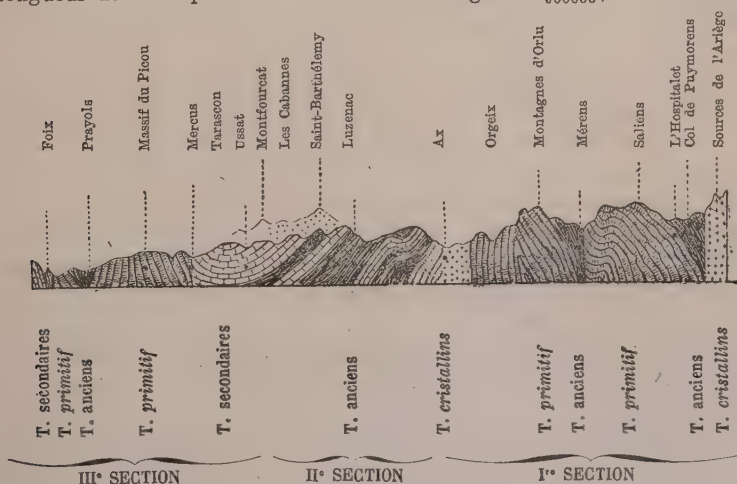
parcouru, nous distinguerons, entre les sources de l'Ariège et le chef-lieu, les horizons suivants qui nous serviront de repères :

3° Entre Tarascon et Foix. D=3-4.	Zone granito-gneissique du Picou et du Montfourcat.	(T. PRIMITIF).
	Zone schisto-calcaire de Saint-Antoine et de Prayols.	(T. ANCIENS).
	Zone granito-gneissique de Foix.	(T. PRIMITIF).
2° Entre Ax et Tarascon. D=3-4.	Zone calcaire de Bouan et d'Ussat.	(T. SECONDAIRES).
	Zone granito-gneissique du Saint-Barthélemy et des Trois-Seigneurs.	(T. PRIMITIF).
	Zone schisto-calcaire d'Ax et de Luzenac.	(T. ANCIENS).
	Zone granitique d'Ax.	(T. CRISTALLINS).
1° Entre la frontière et Ax. Direction générale : D=3-4.	Zone granito-gneissique du Sud d'Ax et d'Orgeix.	(T. PRIMITIF).
	Zone schisto-calcaire de Mérens.	(T. ANCIENS).
	Zone granito-gneissique de l'Hospitalet et de Salies.	(T. PRIMITIF).
	Zone schisto-calcaire de PuyMORENS et de l'Andorre.	(T. ANCIENS).
	Zone granitique des sources de l'Ariège.	(T. GRANITIQUE).

Le diagramme ci-dessous figure les divers horizons géologiques que recoupe successivement l'Ariège dans son parcours, depuis la haute montagne jusqu'aux abords de la plaine.

Fig. 1. — DIAGRAMME INDIQUANT LES DIVERS TERRAINS TRAVERSÉS PAR L'ARIÈGE

Longueur de la coupe : 60 kilom. Echelles : longueurs $\frac{1}{800000}$; hauteurs libres.



Dans cette étude sur la Haute-Ariège, je me propose de montrer que ces diverses zones se retrouvent sur toute l'étendue du bassin,

depuis sa limite orientale jusqu'aux confins du Haut-Salat. Au cours de ce travail, je chercherai à suivre, à travers leurs transformations lithologiques, ces horizons géognostiques dans la région du Haut-Salat, puis dans la Haute-Garonne, pénétrant, quand il sera nécessaire, sur le versant espagnol. De ces observations, répétées sur une longueur considérable, il sera possible de déduire des idées générales sur l'allure et la composition des divers terrains.

Les trois divisions naturelles que présente, quant à sa direction, la vallée de l'Ariège en amont de Foix, formeront autant de sections pour l'étude de cette vallée; une quatrième sera consacrée à la description de la vallée de Vicdessos qui vient s'aboucher dans la vallée principale, à peu de distance de Tarascon; elle renfermera, en outre, quelques renseignements sur l'Andorre.

La géologie de la Haute-Ariège sera donc, dans ce travail, étudiée dans l'ordre qui suit :

1^{re} Section. — Bassin de la Haute-Ariège, entre le col de Puymorens et Ax-les-Bains.

2^e Section. — Bassin de la Haute-Ariège, entre Ax et Tarascon.

3^e Section. — Bassin de la Haute-Ariège, entre Tarascon et Foix.

4^e Section. — Vallée de Vicdessos et territoire andorran.

En ce qui concerne les formations anciennes, la vallée de l'Ariège est, à mon avis, la moins compliquée de celles qui prennent leur origine dans les Pyrénées centrales, circonstance qui milite en faveur de la priorité que je lui donnerai dans cette étude. Toutefois, bien que sa structure soit relativement assez simple, elle présente, dans le détail, nombre de difficultés ayant surtout pour cause l'absence à peu près absolue de fossiles primaires. Cette contrée a été, il est vrai, l'objet de travaux multipliés; mais les interprétations des divers auteurs diffèrent tellement les unes des autres, qu'on est à se demander de quel côté se trouve la vérité. Tout récemment encore, un géologue qui a beaucoup fait pour la géologie de l'Ariège, M. de Lacvivier, déclare renoncer à démêler les formations qui sont inférieures au dévonien; aussi, à cet égard, sa dernière note sur le terrain primaire de l'Ariège ne nous en dit pas plus long que le travail qu'il a publié quelques années auparavant.

Si sur certains points, jusque-là litigieux, l'accord semble s'être fait, il en est bien d'autres qui restent enveloppés dans le doute.

A propos des formations cristallines, on est à rechercher quels sont les rapports réciproques des masses minérales qui s'étagent à divers niveaux entre la frontière et les environs de Foix.

Relativement aux terrains anciens, on n'est pas plus fixé sur la zone calcaro-schisteuse qui franchit l'Ariège à la hauteur de Mérens; non plus sur celle qui s'étend entre Ax et les Cabannes, et à ce propos on

doit se demander quelles sont les diverses assises qui la constituent, dans quel ordre elles se succèdent, à quelle époque remonte leur dépôt. Quel est, en particulier, l'âge de ce curieux calcaire métallifère qui se prolonge à travers toute la vallée de l'Ariège, jalonné dans son parcours par les mines de fer de Luzenac, Lassur, Albiès, les Cabannes, Château-Verdun, Larcac, Miglos et, enfin, le fameux gîte de Rancié, exploité dès la période romaine ?

Ce sont là, avec bien d'autres, tout autant de questions sur lesquelles les géologues émettent les idées les plus opposées. Comme eux, je me suis proposé d'en rechercher la solution. Il est probable que je ne serais pas arrivé à de meilleurs résultats, si je n'avais mis à profit, pour l'étude de la Haute-Ariège, les observations que j'avais recueillies dans les pays limitrophes et dans d'autres régions de la chaîne ; si, en particulier, il ne m'avait été donné, en suivant les couches de proche en proche, d'assimiler certaines zones azoïques de la Haute-Ariège à des horizons fossilifères du Saint-Gironnais et de la Haute-Garonne.

1^o VALLÉE DE L'ARIÈGE

(de la frontière à Ax-les-Bains).

Dans la région avoisinant le col de Puymorens se trouve une puissante formation schisteuse dans laquelle sont ouvertes des mines de fer oxydulé magnétique. Adossée vers le sud contre le granite éruptif de Font-Nègre et des sources de l'Ariège, elle s'étend jusqu'à une faible distance de l'Hospitalet. De ce village à Mérens, la vallée est entièrement entaillée dans une masse énorme de roches granitoïdes, parmi lesquelles prédominent le gneiss et la pegmatite. Au nord de cette dernière localité se montre un système schisto-calcaire intéressant, dont la présence singulière au sein de cette formation primitive a intrigué vivement les géologues qui ont visité ces parages.

Immédiatement après cette zone, qui n'a d'ailleurs qu'une faible épaisseur, la vallée n'est plus qu'une gorge étroite dans laquelle le torrent et la route se disputent mutuellement le passage ; le gneiss et le granite forment presque exclusivement les murs verticaux qui surplombent le ravin profond au bas duquel serpente l'Ariège.

Vers les Bazerques, la vallée s'élargit un peu, et cela jusques à Ax-les-Bains, où les érosions combinées de l'Ariège, de l'Oriège et du torrent d'Ascou ont creusé une dépression relativement étendue.

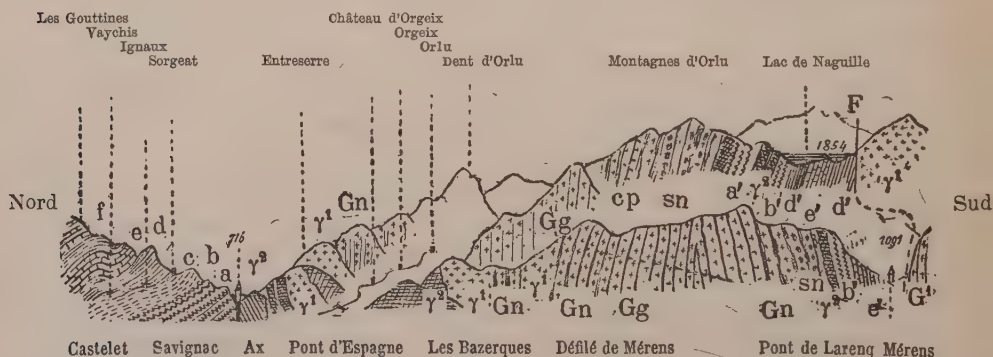
La région que nous venons de parcourir à la hâte, région sauvage, hérissée de pics aigus et décharnés, sera étudiée à l'aide de deux

coupes : l'une levée le long de l'Ariège, depuis sa source jusqu'à Ax; l'autre, légèrement curviligne, s'étendant de cette dernière localité jusqu'au lac de Naguille où la zone schisto-calcaire est bien développée. Ces deux coupes, traversant sur des méridiens différents les mêmes masses pétrographiques, se compléteront l'une l'autre et montreront, en outre, l'uniformité de structure du bassin de la Haute-Ariège. Une troisième coupe, celle-ci de détail, indiquera comment est constituée la zone schisto-calcaire au niveau de Mérens.

Coupe entre Ax-les-Bains et le lac de Naguille.

Cette coupe, transversale dans son ensemble par rapport à la chaîne, est consacrée tout spécialement à la région montagneuse qui s'étend entre la station d'Ax et les environs du lac de Naguille; toutefois, elle est prolongée, au nord, dans la direction du col de Mar-

Fig. 2. — COUPE 1° ENTRE AX-LES-BAINS ET LE LAC DE NAGUILLE; 2° ENTRE AX ET MÉRENS



mare; alors elle suit de près l'orientation du méridien. Au sud d'Ax, au contraire, la coupe cesse d'être rectiligne; elle s'infléchit, en effet, bientôt suivant une ligne brisée pour remonter le cours de l'Oriège; mais à la forge d'Orlu, elle reprend de nouveau la direction nord-sud le long des pentes raides qui conduisent au lac.

Déjà cette coupe a été levée, en totalité ou en partie, par divers géologues (MM. Garrigou, Mussy, Seignette); mais leurs interprétations, divergentes les unes par rapport aux autres, diffèrent tellement de ma manière de voir, ainsi que j'aurai l'occasion de le montrer, qu'il m'a paru utile d'y revenir.

Pour le moment, j'insisterai peu sur la partie située au nord d'Ax, constituée presque exclusivement par les terrains paléozoïques, pour m'attacher surtout à la partie méridionale dans laquelle les formations primitives prennent un grand développement.

Voici quelle est la série des assises, toutes plus anciennes que le dévonien inférieur, que l'on rencontre en allant du nord au sud, à partir du plateau des Gouttines; série dont les termes successifs correspondent à une série d'ancienneté croissante :

Silurien supérieur. — f — *Schistes carburés supérieurs.* — Schistes ampé-
liteux de la montée des Gouttines. (versant d'Ax) avec vagues graptolites.

Silurien moyen. — e — *Série schisto-calcaire.* — Dalles calcaires avec schistes ardoisiers et bancs de calcaire métallifère.

d. — *Schistes carburés inférieurs.* — Schistes carburés alumineux de Vaychis, autrefois exploités, du temps de Dietrich, pour la préparation de l'alun.

Silurien inférieur. — c — *Schistes quartzeux rubanés.* — Développés au Castelet, où ils sont accompagnés de schistes argileux.

Archéen. — b — *Schistes satinés de Savignac.* — A andalousite, avec macles, grenats et accidents quartzeux; ils sont recoupés, surtout vers leur partie inférieure, par de nombreux filons de pegmatite. Ils sont analogues aux schistes de Saint-Lô.

a. — *Schistes micacés d'Ax.* — Vers Ax et Ascou, les roches d'intrusion l'emportent sur les roches stratifiées; dès lors, les phyllades satinés se chargent de mica et passent à des phyllades gneissiques. Bien que ces schistes aient parfois, au moins en apparence, les caractères des micaschistes et des gneiss de la série primitive, nous croyons, vu leurs alternances avec des schistes argileux micacés et leur passage graduel aux roches de la zone précédente, qu'il faut y voir des schistes archéens métamorphiques comparables aux schistes de Saint-Lô modifiés. Mêmes roches se trouvent à Luchon, et, de part et d'autre, les pegmatites sont en extrême abondance.

Terrain éruptif. — γ — *Pegmatite et granite d'Ax.* — Autour d'Ax, en effet, et surtout au sud de cette localité, les roches éruptives acides, granite (γ^1) et pegmatite (γ^2), sont répandues à profusion, soit à l'état de filons, soit à l'état de massifs allongés dans le sens même des couches. Toutefois, les filons de granite n'ont recoupé que le terrain primitif, tandis que la pegmatite se trouve, en outre, dans l'archéen et le silurien inférieur. C'est à la limite de l'archéen et du terrain primitif que les épanchements de ces roches internes ont acquis leur maximum d'intensité; il est à remarquer que la pegmatite domine vers le nord, c'est-à-dire du côté du terrain archéen; le granite, au contraire, vers le sud, c'est-à-dire sur la lisière du terrain primitif.

Ax est bâti sur la pegmatite et autres roches granulitiques; cette roche, qui se montre notamment dans le quartier du Breilh, sur le chemin d'Ascou, est habituellement très belle et ressemble en tout point, ainsi que MM. Leymerie et Garrigou en ont fait la remarque,

aux roches près desquelles sourdent les eaux sulfureuses de Luchon (1).

Près du pont d'Espagne, s'élèvent des masses de granite gris, à mica noir ou brunâtre, traversé par des veines de quartz et de pyrite et des filons de pegmatite.

Cette dernière roche passe graduellement au granite précédant par l'intermédiaire d'un granite à deux micas et à tourmaline. Tout porte à croire que cette roche de passage résulte de l'action métamorphique de la pegmatite sur le granite à mica noir. Nous verrons ailleurs que, de son côté, la pegmatite a éprouvé une action endomorphe en traversant le granite.

Si on quitte la route d'Espagne pour remonter la vallée de l'Oriège dans la région d'Orgeix, on voit la pegmatite prendre un beau développement; elle est à gros grains et chargée de grandes lames de mica blanc à reflets argentins. Nous retrouverons la même roche dans une carrière ouverte sur la rive gauche du torrent (voir coupe d'Ax à Mérens).

Vers le château d'Orgeix, le granite à mica noir reparaît, identique à celui rencontré au sortir d'Ax.

En somme, depuis Ax jusqu'à ce point, tout se réduit à un massif éruptif formé de granite à mica noir que recourent de puissants filons de pegmatite.

Terrain primitif. — Gn — Gneiss gris d'Orgeix. — Aux environs d'Orgeix se développent des gneiss gris à mica noir, en bancs traversés par des pegmatites.

Gg. — Gneiss glanduleux d'Orlu. — Entre Orgeix et Orlu, le gneiss devient glanduleux et parfois porphyroïde, par développement de grands cristaux de feldspath. Il forme une longue crête dirigée sensiblement O.-N.-O.

Mêmes roches gneissiques sur le chemin forestier conduisant au lac de Naguille; elles se dressent en escarpements verticaux.

Au sortir d'une forêt, le chemin est ouvert au milieu d'un véritable chaos de roches anguleuses, rappelant celui de Gavarnie; le gneiss glanduleux y domine, présentant de gros cristaux d'orthose à macles de Carlsbad; à ces blocs, détachés des crêtes avoisinantes, se mêlent des gneiss rubanés, des calcaires et autres roches que nous verrons en place plus amont.

On arrive ensuite à un petit méplat, où le chemin franchit le ruisseau qui descend du lac. Le gneiss continue encore pendant longtemps.

cp. — Cipolins. — A une certaine hauteur, on trouve, concordant avec cette roche et plongeant comme elle vers le nord, un calcaire cris-

(1) Cette pegmatite, traversée par des veinules, probablement contemporaines, de granulite, a pour composition macroscopique :

Eléments constitutifs : quartz, feldspaths (orthose et microcline).

Eléments accessoires : mica blanc parfois palmé, tourmaline, grenat.

tallin nettement rubané, riche en minéraux accidentels, surtout en mica. Il présente tous les caractères des cipolins intercalés dans les terrains primitifs. Dans le bas, la roche est grenue et friable; au-dessus, elle devient plus cohérente. Le calcaire est traversé, en certains points, par des filonnets de quartz qui le rendent fortement siliceux; il arrive parfois que l'élément calcaire venant à disparaître par l'action dissolvante des eaux superficielles, il ne reste plus alors qu'une sorte de squelette siliceux pailleté de mica, ressemblant, à s'y méprendre, à un quartzite micacé.

Au-dessus, reparait le gneiss, concordant avec le calcaire.

Archéen. — **sn** — *Schistes noduleux et rubanés.* — Cent mètres plus haut, environ, on rencontre des roches singulières, de couleur brune ou rougeâtre, finement rubanées et, parfois, faiblement glanduleuses. Elles sont essentiellement formées de zones blanches ou verdâtres constituées par un mélange de quartz et de feldspath grenu et de zones plus sombres composées de mica en lamelles très fines. N'était l'état grenu de leurs éléments, ces roches auraient une grande ressemblance avec les schistes pétrosiliceux que nous trouverons en d'autres points des Pyrénées centrales. Leur position entre les cipolins, partie supérieure du terrain primitif, et les schistes archéens que la coupe nous montrera plus loin, tend à faire croire que ce sont des schistes archéens métamorphiques, devant leurs modifications aux nombreux filons de pegmatite qui sillonnent leur masse. Nous reverrons ces mêmes roches, avec les mêmes variations lithologiques, entre Ax et l'Hospitalet, en aval du pont de Larenq; les relations y sont d'ailleurs absolument identiques.

a'. — *Schistes micacés.* — En poursuivant sa route, on trouve des schistes micacés, à mica noir, veinulés par de la pegmatite. C'est encore là de l'archéen métamorphique, comparable au système des phyllades gneissiques des environs de Luchon et aux roches du nord d'Ax.

Le chemin descend ensuite dans une sorte de cuvette à fond marécageux présentant des traces de tourbe, puis remonte, recoupant des roches très apparentées aux précédentes. On arrive bientôt à un petit plateau où le chemin se termine. L'ascension continue alors, par la rive gauche du ruisseau, à travers un grand amoncellement de blocs anguleux, surtout granitiques. Après une gymnastique des plus fatigantes et assez dangereuse, qui dure près d'une heure, on finit par se trouver en vue du beau lac da Naguille.

Archéen et Silurien. — **b', d', e'.** — *Série schisto-calcaire de Naguille.* — Le fond de cette nappe d'eau et ses deux rives, orientale et occidentale, sont occupés par une série assez variée de roches calcaires et schisteuses, sur l'âge desquelles plane la plus grande incertitude: pour les uns, c'est du silurien; pour d'autres, de l'archéen; pour d'autres enfin, un membre des terrains primitifs. Il est certain qu'au premier abord la présence de ces calcaires en pleine région granitique paraît tout à fait anormale; elle s'explique, au contraire, facilement si on étudie

leurs relations avec les roches avoisinantes. En montant au lac, nous avons trouvé tour à tour le gneiss, les calcaires cipolins du cristallophyllien supérieur, des schistes archéens modifiés. On doit s'attendre à trouver plus haut la continuation de cette série ascendante; c'est ce qui a lieu, en effet. En allant du nord au sud, on trouve successivement diverses assises appartenant, les unes (1, 2, 3) à la zone *b'*, la 4^e et la 6^e à la zone *d'*, la 5^e enfin à la zone *e'*; les zones *b'*, *d'*, *e'*, formant le pendant des zones *b*, *d*, *e*, du nord d'Ax.

1. — Schistes satinés sériciteux, parfois à chloritoïde.

2. — Schistes euritiques en plaquettes rubanées; gris clair, à pâte fine, porcellanique, à cassure esquilleuse. Ils sont liés à des pegmatites blanches, stratiformes, en plaquettes également, dans lesquelles le feldspath et le quartz semblent avoir éprouvé, par suite d'actions mécaniques, un étirement très marqué. Ce métamorphisme de structure n'est, au fond, qu'une sorte de laminage dû aux phénomènes dynamiques ayant accompagné une faille que nous verrons au sud du lac de Naguille.

3. — Phyllades satinés, gris clair, vaguement maclifères, traversés par des pegmatites.

4. — Schistes argileux carburés, avec grauweekes noirâtres, à cassure terreuse, analogues à ceux du nord d'Ax.

5. — Calcaire cristallin, blanc ou gris, souvent dolomitique, pailleté de lamelles blanches de séricite. En outre, calcaire gris ou blanchâtre, ondulé de veines siliceuses de couleur plus sombre (barégienne). On trouve avec ces roches des calschistes phylladiens blanchâtres ou jaunâtres, empâtant des fragments de schistes satinés et de schistes ampéliteux; il est probable, toutefois, que cette disposition résulte d'un étirement ayant séparé les feuillettes, primitivement continus, qui séparaient la matière phylladienne des zones calcaires. Nous retrouverons des effets mécaniques de ce genre, mais plus accusés, dans les calschistes du Mont-Vallier qui, pincés dans un pli parfaitement marqué, ont été profondément modifiés dans leur structure.

Ce complexe de roches calcaires que nous présente le lac de Naguille se retrouvera dans la montagne dont il vient d'être question, et aussi dans la région de Barèges; du reste, ainsi que nous aurons l'occasion de le voir plus loin, il y a entre ces diverses régions identité de situation stratigraphique.

6. — Au-delà se montrent des schistes argileux grisâtres, à cassure terne et terreuse, qui m'ont paru analogues à ceux de la bande précédant la zone calcaire; c'est le silurien inférieur revenant à la faveur d'un pli synclinal très aigu dans lequel serait logé le calcaire.

Terrain éruptif. — γ — *Granite à mica noir.* — L'extrémité méridionale du lac est formée par de grosses masses polyédriques de granite à mica noir et à grains moyens, dont le contact avec les schistes précédents ne peut guère s'expliquer que par une faille. Cette manière de voir est d'ailleurs confirmée par ce fait : c'est que la zone de contact entre la bande paléozoïque et le terrain granitique n'a pas toujours la même constitution.

Coupe entre Ax et Mérens, le long de l'Ariège.

(Voir page 154)

Dans cette coupe, passant à sept kilomètres environ du méridien de Naguille, nous allons trouver une succession analogue à celle qui a été déjà constatée dans la vallée de l'Oriège, entre Ax et cette vaste nappe d'eau : d'abord aussi des granulites et des pegmatites ; puis même granite éruptif, même gneiss glanduleux, mêmes schistes archéens ; la série schisto-calcaire du lac se retrouve également, et dans des conditions presque identiques, entre le pont de Larenq et Mérens. Pour faciliter le parallélisme entre ces deux coupes, les zones correspondantes seront désignées par la même notation.

A partir du Pont-d'Espagne, situé à peu de distance d'Ax, on peut relever la succession suivante, correspondant au début à une série d'ancienneté croissante :

Terrains éruptifs. — γ — *Pegmatite et granite du Pont d'Espagne et des Bazerques.* — Au-delà du pont se montrent des roches granulitiques (γ^2), exploitées dans une carrière ouverte sur les bords même de la route. Le granite à mica blanc et la pegmatite y dominant. Les éléments qui constituent ces roches sont habituellement très gros, le mica argentin y est très abondant ; mais on trouve aussi, surtout dans les parties plus riches en quartz, de larges lamelles d'un mica verdâtre ou brun tombac ; de la tourmaline noire se montre en quelques points. Une roche absolument identique se trouve aux environs de Luchon, près de la tour de Castelvieu.

Avant d'arriver au niveau de la troisième Bazerque, on rencontre un granite (γ^1) gris ou jaunâtre, toujours à mica ferro-magnésien. Il correspond au granite avoisinant le château d'Orgeix.

Terrain primitif. — La vallée, jusque-là assez ouverte, se rétrécit tout à coup et on s'engage dans un défilé sinueux où il semble qu'à tout instant la route et le torrent se disputent le passage. Le terrain change de nature ; les roches, presque constamment massives, prennent dès lors une structure feuilletée : désormais, le granite ne se montrera plus qu'à l'état accidentel.

Gn. — *Gneiss gris.* — D'abord, on trouve du gneiss gris à mica noir traversé par des filons de quartz. Au-delà, persistent encore des masses polyédriques de granite à mica noir et quelques pegmatites.

Gg. — *Gneiss glanduleux.* — Plus loin, et en particulier au-delà du pont des Barduques, on rencontre du gneiss glanduleux et porphyroïde identique à celui d'Orlu ; la roche, très belle et à cassure très vive, est surtout remarquable par ses grands cristaux d'orthose et ses lamelles de mica noir ou brun tombac, à reflets métalliques. La couleur dominante de la roche est le gris ; parfois, pourtant, le feldspath devenant faiblement ferrugineux, elle vire au jaune clair.

Gn. — Gneiss gris. — Ce gneiss se poursuit par delà le pont du Frare. Du gneiss gris, à mica noir, lui succède; puis le grain de la roche s'atténue et elle passe à une sorte de micaschiste ou de leptynite.

Archéen. — sn — Schistes rubanés et glanduleux. — Avant d'arriver au pont de Larenq, le dernier avant Mérens, on trouve des roches en tout point identiques à celles déjà vues à la montée du lac de Naguille, au-dessus des cipolins. Presque toujours à éléments très petits, elles sont formées alternativement de rubans blancs ou gris (quartz et feldspath) et de rubans rougeâtres ou brunâtres, résultant de la présence du mica en lamelles très fines, presque imperceptibles. Toujours schisteuses, elles présentent de petits ganglions de feldspath contournés par des lamelles de mica noir. Ici, comme à Naguille, la proximité des schistes archéens semble nous autoriser à attribuer ces roches à de l'archéen métamorphique, modifié par l'action des pegmatites.

b', e' — Série schisto-calcaire de Mérens. — Entre le pont de Larenq et Mérens, s'étend une série de schistes et de calcaires rappelant, d'une



Fig. 3. — COUPE DE LA BANDE SCHISTO-CALCAIRE DE MÉRENS

façon frappante, celle qui passe par les hauteurs désolées du lac de Naguille (voir le panorama géologique de Mérens, fig. 3). Beaucoup de géologues n'y ont pris garde; à vrai dire, elle est masquée, en grande partie, par les éboulis et les cultures.

Leymerie avait seulement remarqué dans ces parages, du gneiss légèrement verdâtre; près du pont, en effet, se voit une roche gneissique, à caractères fort ambigus, présentant çà et là des taches vertes dues à la chlorite ou à un chloritoïde; les schistes et calcaires qui sont un peu plus en amont n'avaient pas frappé son attention.

M. Garrigou ne paraît pas non plus avoir vu les calcaires, du moins au début de ses travaux; il cite seulement au niveau de Mérens une bande talqueuse que déjà, avant lui, Dufrénoy et François avaient signalée sous le nom de schistes talqueux: cette matière talqueuse, abondante aux abords du pont, aussi bien dans les schistes que dans les pegmatites, semble appartenir à la séricite: au chalumeau, en effet, cette substance, qui d'ailleurs gonfle beaucoup, donne la réac-

tion non pas de la magnésie, mais bien de l'alumine. Dans un travail ultérieur, M. Garrigou indique aux environs de Mérens « une bande de schistes, calcaires, roches feldspathiques, etc., » se développant sur les deux rives de l'Ariège et la considère comme représentant le terrain Laurentien (1).

Dans sa carte détaillée de l'Ariège et le texte explicatif qui l'accompagne, M. Mussy indique les limites de cette formation anormale, pour lui silurienne.

Seignette l'attribue au terrain cristallophyllien ; il a, d'ailleurs, fait de cette bande intra-granitique une étude toute particulière et lui a accordé même une importance qu'elle est loin d'avoir.

M. de Lacvivier ne l'avait pas d'abord aperçue à Mérens ; il pensait que sur ce point « ces assises ne s'enfoncent pas assez dans la montagne pour arriver au bord de la route. » Dans une note récente (2), il considère cette bande, formée, d'après lui, « de micaschistes mal caractérisés, de phyllades, de schistes maclifères et de calcaires schisteux, » comme du terrain archéen enclavé dans les gneiss par l'effet d'une faille bien apparente à Mérens. Avant la publication de ce travail j'étais arrivé à des conclusions à peu près analogues.

La série schisto-calcaire de Mérens se montre au nord de la dépression au fond de laquelle coule le Nabrè ; c'est à la faible cohérence des roches qui la constituent qu'est dû l'élargissement de la vallée sur ce point. Elle monte ensuite vers Mérens d'en haut, donne lieu, au-dessus, à une ardoisière autrefois exploitée ; et franchissant la haute vallée d'Orgeix, va se rattacher à la bande du lac de Naguille.

Voici ce que j'ai remarqué le long de la route ou sur ses abords, dans un parcours de 80 à 100 mètres à partir du pont de Larenq (3) :

1. — Schiste gneissique légèrement chloriteux (gneiss chloriteux de Leymerie). — Cette roche, à caractères ambigus et qui ne constitue qu'un accident au milieu des masses cristallines de la région, résulterait, à mon avis, de l'action métamorphique des pegmatites, si nombreuses dans ces parages, sur les schistes archéens que nous trouverons plus loin avec leur faciès normal. Le mica blanc, la séricite, la chlorite se montrent assez souvent dans ces roches modifiées.

2. — Schistes feldspathiques sériciteux, endurcis par un excès de silice ; confondus avec des schistes talqueux, ils semblent, comme les roches de l'assise précédente, devoir une partie de leurs éléments

(1) Garrigou. — Terrain laurentien du versant sud des Pyrénées. — *Bull. Société Ramond*, 1869, p. 17.

(2) De Lacvivier. — Note sur les terrains primaires de l'Ariège. — (B. S. G. de Fr., 3^e série, t. XIV, p. 613.

(3) Le lecteur est prié de remarquer que, contrairement à la méthode que j'ai suivie jusqu'ici, les numéros désignant les diverses zones dans la coupe détaillée des environs de Mérens, sont de simples numéros d'ordre sans rapport avec ceux de la coupe du lac de Naguille.

à des actions métamorphiques ; fréquemment, en effet, de fines injections de pegmatite les recourent.

3. — Au-dessus se montrent, concordant avec les schistes sériciteux, des phyllades satinés, roussâtres ou noirâtres, plongeant vers le sud sous un angle de 80 à 85°.

4. — Puis vient un calcaire gris-sombre, en partie magnésien, à pâte compacte et céroïde, contenant de nombreuses lamelles striées de schiste graphiteux.

5. — Suivent des alternances très minces de calcaires et de schistes noirs, gris, ou gris-verdâtre, mêlées de brèches schisto-calcaires dans lesquelles des fragments anguleux de schistes sont empâtés par de la chaux carbonatée. Un examen plus attentif m'a montré qu'ici, comme au lac de Naguille, on se trouve en présence de fausses brèches résultant de ce que les feuillettes schisteux séparant les lits calcaires, venant à être déchirés par un étirement trop considérable, paraissent dès lors englobés dans le calcaire qui, doué probablement d'une plasticité plus grande, s'est prêté plus facilement à cette action mécanique.

Plus loin se montrent des calcaires en dalles et en plaquettes très minces ; leur couleur varie du blanc au grisâtre ; ils sont habituellement très compactes et à pâte assez fine.

6. — Viennent ensuite des schistes satinés gris-verdâtre, parfois d'un beau vert, plus souvent roussâtres, entremêlés de lames calcaires. Ces schistes qu'on pourrait appeler, vu la prédominance du phyllade, des calschistes phylladiens, sont absolument identiques à des roches que j'ai trouvées dans le système ardoisier-calcaire qui se développe en aval de Trébons (près de Luchon), système que nous verrons appartenir aussi au silurien moyen.

7. — Phyllades noirs légèrement satinés, alternant avec des plaquettes calcaires.

Terrain primitif. — G¹ — *Gneiss de Mérens*. — Au-delà, le sous-sol cesse d'être visible jusqu'à Mérens, et par delà ce village reparaît le gneiss glanduleux, séparé, selon toute apparence, de la série schisto-calcaire par une faille jalonnée par des sources sulfureuses.

Nous étudierons bientôt, à l'aide d'une autre coupe, le haut de la vallée jusqu'à la source de l'Ariège.

Conclusions. — Discutons maintenant les éléments stratigraphiques fournis par nos deux coupes de la Haute-Ariège ; comme elles se complètent et se contrôlent l'une par l'autre, elles nous donneront des notions plus précises sur la structure de la zone comprise entre les parallèles d'Ax et de Mérens. De leur examen comparatif se dégagent plusieurs conséquences :

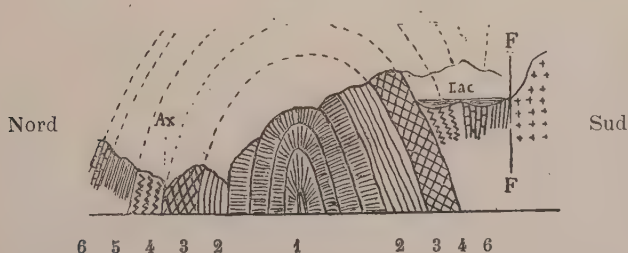
1° Il y a similitude de constitution entre la vallée de l'Ariège, dans l'intervalle d'Ax à Mérens, et celle de l'Oriège, entre la même station

thermale et le lac de Naguille ; en effet, les mêmes termes se retrouvent de part et d'autre, dans les mêmes relations stratigraphiques, résultat qui ne doit pas nous étonner, vu le parallélisme de ces deux coupes.

2° Si l'on compare, non plus ces deux coupes entre elles, mais la partie nord et la partie sud d'une même coupe, on voit que, *de part et d'autre d'une zone anticlinale, composée essentiellement de gneiss glanduleux, les diverses bandes pétrographiques sont distribuées d'une façon symétrique, s'imbriquant, en quelque sorte, comme autant de revêtements successifs. Ces bandes sont rangées par ordre d'ancienneté décroissante : gneiss rubanés, cipolins, schistes micacés et pétrosiliceux avec nombreux filons et pointements de granite et de pegmatite, schistes carburés inférieurs, schistes ardoisiers et calcaires, etc. L'ensemble de ces masses minérales, stratifiées ou stratiformes, constitue donc une sorte de voûte irrégulière, rompue vers la partie médiane et laissant dès lors apparaître le gneiss glanduleux qui leur sert de substratum.*

Le diagramme ci-dessous indique les dispositions des diverses zones et leurs corrélations mutuelles.

Fig. 4. — DIAGRAMME RELATIF A LA DISPOSITION DES TERRAINS DANS LA RÉGION D'AX.



1. Gneiss glanduleux d'Orlu et de la gorge de Mérens, avec filons de granite.
2. Gneiss grenus et cipolins du chemin de Naguille, avec filons de granite.
3. Granite et pegmatites (Ax, pont de Larenq, nord du lac de Naguille).
4. Schistes archéens (Ax, pont de Larenq, nord du lac de Naguille), avec pegmatites.
5. Schistes carburés inférieurs (nord d'Ax, lac de Naguille).
6. Calcaires et calschistes (nord d'Ax, lac de Naguille, dépression de Mérens).

3° Quel est l'âge de ces diverses assises ? Dans notre légende explicative des coupes, nous avons indiqué, à propos de chaque zone, le niveau géologique auquel elle nous semblait devoir appartenir. Mais, il faut bien le reconnaître, par sa pénurie en fossiles, la région de la Haute-Ariège est loin de fournir par elle-même assez de données pour arriver à des résultats quelque peu concluants. Aussi, nos déterminations reposent presque toujours sur la comparaison pétro-

graphique et stratigraphique de ces assises avec des horizons fossifères d'autres parties de la chaîne ; elles sont, d'ailleurs, l'application des principes antérieurement exposés dans la deuxième partie de cet ouvrage.

Comme conclusion, voici l'âge relatif que nous donnons aux diverses assises :

Silurien moyen. — *Calcaires et calschistes avec schistes ardoisiers* ; à la base, *schistes carburés inférieurs*.

Silurien inférieur (Cambrien). — *Schistes quartzeux rubanés*.

Archéen. — *Schistes satinés, parfois pétrosiliceux, schistes maclifères, schistes noduleux, schistes micacés, gneiss et micaschistes métamorphiques*.

Terrain cristallophyllien. — En haut, *gneiss gris à mica noir avec calcaires cipolins* ; parfois *micaschistes, leptynites et gneiss grenus* ; plus bas, *gneiss porphyroïde ou glanduleux, gris, à mica noir*.

4° A quel horizon géologique faut-il rapporter les schistes et calcaires intragranitiques de Naguille et de Mérens correspondant, dans la Haute-Ariège, à une zone de dépression souvent occupée par des lacs ? Ainsi qu'il a été dit à propos des environs de Mérens, les opinions sont variées : *Dufrénoy* et *François* y ont vu simplement des schistes talqueux appartenant au terrain de transition ; *M. Mussy*, du silurien supérieur ; *MM. Garrigou* et *Seignette*, un membre des terrains primitifs : c'était du laurentien pour le premier, du cristallophyllien pour le second. *M. de Lacvivier* s'est plus rapproché, à mon avis, de la vérité, en attribuant cette zone à du terrain archéen qui serait pincé dans un pli du terrain cristallophyllien et limité, du côté sud, par une faille passant par Mérens. J'admets pleinement l'existence de ce pli et celle de la faille ; je vois aussi, dans cette série des lacs, du terrain archéen, mais l'archéen est loin de prédominer.

Par ses schistes micacés, ses schistes maclifères, le côté nord du lac appartient à ce terrain ; ses deux berges, orientale et occidentale, représentent tout autre chose : en marchant vers le sud, on trouve des schistes argileux plus ou moins carburés, des calcaires, des calschistes, des schistes ardoisiers, toutes roches que nous avons vues en place, moins cristallines, il est vrai, dans le système silurien qui se développe au nord d'Ax ; les schistes carburés représentent la base du silurien moyen, les calcaires et les schistes ardoisiers, des parties plus élevées de cet étage ; j'en viens donc à cette conclusion : c'est que la *série schisto-calcaire des lacs ariégeois relève surtout du silurien moyen*, détermination qui se place entre celle de *M. Mussy* et celle de *M. de Lacvivier*, mais qui est en complète opposition avec les conclusions de *MM. Seignette* et *Garrigou*.

Quoique se rapportant à une zone plus septentrionale, j'ai trouvé

maintes ressemblances entre cette série schisto-calcaire et celle du Vallier, situé à plus de 45 lieues vers l'ouest; cette montagne correspond aussi à du silurien surélevé, en contact aussi, du côté sud, avec du granite d'intrusion; ici, pareillement, les assises forment un synclinal, cette fois des plus accusés. Au Vallier comme à Mérens, les mouvements de flexion ont été accompagnés de phénomènes d'étirement sur lesquels nous avons déjà appelé l'attention.

Dans le système schisto-calcaire du bas de Trébons (région de Luchon), système qui appartient nettement au silurien moyen, j'ai rencontré un schiste verdâtre, marbré de taches fauves, qui est absolument identique à un schiste de Mérens; la similitude est grande aussi avec les roches, dites ophicalces, des environs de Barèges, que leurs relations rattachent au silurien moyen.

D'autre part, la série de Naguille et de Mérens n'est autre que celle de Puymorens et de l'Andorre, où le silurien moyen est bien caractérisé.

En somme, cette série intragranitique ne mérite pas l'importance que Seignette lui a attribuée: elle correspond seulement à *un lambeau paléozoïque placé sur les flancs du terrain cristallophyllien de la région d'Orgeix et d'Orlu, lambeau qui, du côté sud, s'est effondré en partie dans une faille.*

5° Le moment est venu, il me semble, d'exposer la manière de voir de mes devanciers sur la région d'Ax et de Mérens; c'est à Seignette et surtout à M. Garrigou qu'on doit les travaux les plus importants sur la Haute-Ariège; je vais, dès maintenant, en examiner les conclusions; relativement aux autres auteurs, il me suffira de renvoyer à ce qui en a été dit dans la première partie de l'ouvrage.

M. Garrigou (1) a donné, de la région comprise entre Ax et le lac de Naguille, une coupe très détaillée; à mon avis, elle pêche même dans ce sens, car, au milieu de cette longue énumération de roches passant les unes aux autres de la façon la plus étrange, les idées d'ensemble se dégagent péniblement; mais peut-être cette surabondance de détails entraine-t-elle dans les vues de l'auteur, qui se proposait de montrer que le granite forme, avec les schistes et les calcaires, des alternances multipliées et doit avoir, par suite, la même origine. Ce géologue n'a pas vu le rôle important que joue, dans ces montagnes, le gneiss glanduleux; d'autre part, il a fait intervenir des roches telles que la phonolite, dont la présence, ici comme au pic du Midi, semble tout au moins bizarre; sur le point indiqué, je

(1) Garrigou (1867). *Etude du terrain stratifié dit laurentien ou antésilurien dans l'Ariège et les autres parties des Pyrénées* (B. S. G., 2^e série, XXV, p. 97).

n'ai vu autre chose que des dalles schisteuses et des pegmatites divisées, par la pression, en plaquettes assez minces, toutes roches qui n'avaient de la phonolite que la sonorité sous le choc du marteau.

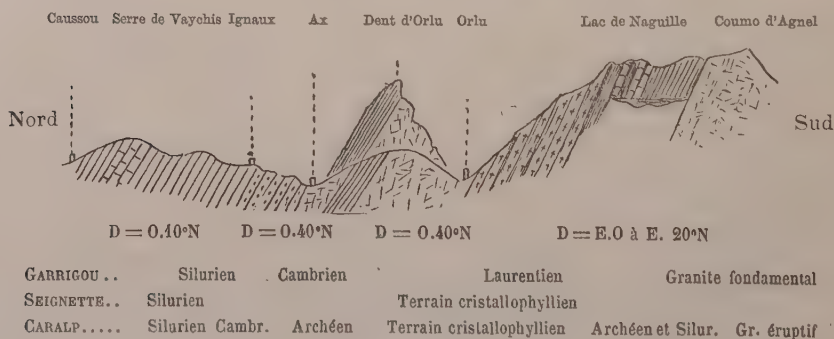
Il a complètement méconnu, à mon compte, les rapports des assises, et, à cet égard, les résultats auxquels je suis arrivé diffèrent diamétralement de sa manière de voir :

- 1° Les prétendues *alternances* qu'il invoque à tout instant soit entre le granite et les schistes, soit entre le granite et les calcaires, ne sont qu'apparentes, ainsi que nous le verrons un peu plus bas ;
- 2° Il est difficile, d'autre part, de comprendre comment il peut y avoir *passage* du calcaire ou du schiste au granite, lorsque surtout cette dernière roche se sépare sur le terrain de la façon la plus nette ;
- 3° La série du lac de Naguille, au lieu d'être plus ancienne que la série calcaire de la montée du lac, est, au contraire, beaucoup plus récente, comme nous l'avons déjà montré ;
- 4° D'autre part, le *granite fondamental* du sud du lac, pour lui *substratum de toutes ces roches de dépôt*, est un granite éruptif venu par faille.

J'ai reproduit, à titre de comparaison, la coupe de M. Garrigou, avec l'indication de l'âge qu'il attribue aux diverses formations ; j'ai mis en regard les interprétations de Seignette (1), qui n'en diffèrent guère que par la substitution du mot « cristallophyllien » à celui de « laurentien et cambrien. » J'ai placé enfin, au-dessous, l'indication des étages que j'ai cru reconnaître dans cette région.

Fig. 5. — COUPE DE CAUSSOU AU LAC DE NAGUILLE, D'APRÈS M. GARRIGOU

(Avec interprétation de divers auteurs).



(1) Seignette (1880). *Essai d'études sur le massif pyrénéen de la Haute-Ariège.*

Les idées de M. Garrigou sont nettement résumées dans un travail ultérieur (1). Il admet, aux environs d'Ax, « trois bandes de terrains s'appuyant l'un sur l'autre en stratification discordante » :

La première (*silurien inférieur*) renferme déjà des *couches* de granite *alternant* avec des gneiss et des micaschistes (ce sont nos schistes archéens du nord d'Ax, avec filons de pegmatite qui les transforment en gneiss et en micaschistes).

La deuxième (*cambrien*) renferme des *alternances* de granite avec des schistes, des calcaires, des gneiss, des micaschistes, des roches feldspathiques. C'est la série entre le quartier d'Entreserre (Ax) et le lac de Naguille (nous y avons vu d'abord du terrain archéen traversé par des pegmatites, plus amont du cristallophyllien très nettement représenté par des gneiss et des cipolins, plus haut encore, avant d'atteindre le lac, de l'archéen qui revient avec son cortège de pegmatites).

La troisième (*laurentien*), composée, d'après M. Garrigou, comme la précédente, correspond à la série de Naguille. Nous avons vu qu'il y a là retour des assises placées au nord d'Ax, c'est-à-dire de l'archéen, du silurien inférieur et du silurien moyen.

En jetant les yeux sur le tableau qui précède, on peut voir que le laurentien de ce géologue est surtout du silurien moyen ; ce qu'il appelle cambrien est du terrain primitif (gneiss, cipolins) ; cette dernière partie seule correspondrait au laurentien.

Si M. Garrigou a refoulé beaucoup trop loin, vers le sud, le terrain primitif, en revanche Seignette l'a fait avancer beaucoup trop avant vers le nord, car il y comprend l'archéen et une partie du cambrien.

Pour les deux auteurs, d'ailleurs, il y aurait, du nord au sud, une série d'ancienneté croissante, ce qui est complètement inexact.

6° Les roches de dépôt comprises entre le parallèle d'Ax et celui de Mérens sont traversées par d'importants filons de roches cristallines massives, granite à mica noir, pegmatites et autres roches à mica blanc. M. Garrigou les regarde comme des roches sédimentaires. « Le tout paraît, dit-il, avoir été formé par voie *métamorphique dans un terrain de dépôt* ; car il ne retrouve dans ces roches *aucune trace de roches éruptives* ; tout est stratifié ; ce qui n'empêche pas, ajoute-t-il, ces terrains de contenir de nombreux filons métallifères et même granitiques. Mais c'est encore à des sources thermales que sont dûs ces filons. »

L'auteur se base sur de prétendues *alternances* entre le granite et

(1) Garrigou (1869) : *Terrains laurentiens du versant sud des Pyrénées* (Bull. de la soc. Ramond, p. 47).

les schistes, entre le granite et les calcaires; d'un autre côté, sur de prétendus passages du calcaire ou des schistes au granite.

Ainsi, partisan outré du neptunisme, le savant hydrologue attribue à l'eau un rôle exagéré. Pour lui, les roches cristallophylliennes, aussi bien que les roches cristallines comme le granite, la pegmatite, sont des dépôts aqueux métamorphisés à la longue par les eaux thermales. C'est là une théorie qui a fait son temps, et qui a eu contre elle assez de contradicteurs pour qu'il semble inutile d'y insister. L'auteur admet bien, à la vérité, des roches transverses; mais, d'après lui, rien ne vient de l'intérieur que ce ne soit apporté par les sources minérales. Que cette origine s'applique aux filons métallifères, à structure concrétionnée, cela ne fait aujourd'hui de doute pour personne; mais on ne saurait admettre, vu leur structure massive et l'absence de tout rubané, que des roches telles que le granite puissent être considérées comme des produits d'incrustation déposés par les eaux thermales dans les fissures de l'écorce terrestre.

Du reste, dans nos généralités sur les terrains primitifs et les roches éruptives, nous montrerons combien l'hypothèse de M. Garrigou semble incompatible avec l'observation des faits.

Occupons-nous de l'âge relatif de ces roches éruptives. Nous avons vu qu'entre Ax et Orgeix, la pegmatite traverse le granite et qu'il résulte de ce contact des actions métamorphiques donnant naissance à des granites spéciaux. *La façon dont la pegmatite recoupe le granite met hors de doute la postériorité de son épanchement.*

Mais quel est le rapport de ces roches éruptives, non plus entre elles, mais avec les terrains ambiants? Le granite à mica noir ne traverse que le terrain primitif; pas de filon, du moins à ma connaissance, dans des niveaux plus récents; la pegmatite, au contraire, ainsi que le granite à mica blanc, recoupe le terrain primitif, l'archéen, le cambrien et même la base du silurien moyen; je n'en ai pas remarqué ici dans des niveaux plus récents; nous verrons pourtant qu'ailleurs des filons de pegmatite à mica blanc se montrent jusque dans le silurien supérieur. D'où cette conclusion, au moins pour la région d'Ax : *Les derniers épanchements de granite à mica noir sont venus après le dépôt des terrains primitifs; les dernières émissions de pegmatite, après le dépôt des schistes carburés du silurien moyen.*

Le granite et la pegmatite sont habituellement liés au même système de fractures; toutefois, les filons de granite dominant vers le sud, c'est-à-dire du côté du terrain primitif, les filons de pegmatite du côté nord, c'est-à-dire dans la zone des roches sédimentaires.

Il résulte de ce qui précède que *la succession des masses minérales s'est faite, dans la Haute-Ariège, dans l'ordre suivant : 1^o terrain pri-*

mitif; 2° GRANITE A MICA NOIR; 3° archéen; 4° cambrien ou silurien inférieur; 5° silurien moyen; 6° PEGMATITE ET GRANITES A MICA BLANC.

7° Nous avons dit que la bande comprise entre Mérens et Ax consistait en un pli synclinal gneissique dirigé à peu près E.-O., supportant au nord et au sud des bandes de plus en plus récentes de terrain paléozoïque; comparons l'aile nord et l'aile sud de ce pli: la composition est, de part et d'autre, à peu près la même; mais la série de Mérens et de Naguille est plus modifiée que celle du nord d'Ax. Déjà, il est vrai, tout autour de cette dernière localité, les pegmatites ont déterminé dans les schistes des modifications nombreuses; mais *dans la zone de Mérens et de Naguille, à l'action des pegmatites sont venues s'ajouter de puissantes actions dynamiques qui ont surtout déterminé un métamorphisme de structure.* Il faut leur rapporter le laminage des pegmatites en plaquettes et dalles plus ou moins minces, l'étiement des calschistes amenant, par la rupture des lames de phyllades intercalées, la formation de fausses brèches; aussi le développement des barégiennes, la cristallinité des calcaires, la volatilisation partielle de la matière charbonneuse des schistes carburés, matière qui est allée parfois se condenser en certains points sous forme de paillettes de graphite. Ajoutons que ces dernières transformations se sont produites probablement sous l'influence du développement de chaleur qui a dû accompagner les mouvements de ces masses solides.

8° Les phénomènes dynamiques cités plus haut supposent l'existence de mouvements plus ou moins énergiques. Ces mouvements ne se sont pas bornés à des étirements, des torsions, des flexions de couches; ils ont déterminé dans la région des fractures de divers ordres, par où se sont fait jour les filons de roches massives et aussi les épanchements de sources thermo-minérales si nombreuses dans ces parages; elles sont particulièrement multipliées dans la région d'Ax, qui peut être considérée comme un vaste champ de fractures.

Mais en dehors de ces fractures, d'ordre secondaire, qui n'ont pas modifié d'une manière sensible les relations mutuelles des assises, il en est de plus grandes, avec rejet, qui ont apporté dans la structure du sol des bouleversements singuliers. Ces fractures avec dénivellation, plus spécialement connues sous le nom de failles ou de paraclases, ne sont guère qu'au nombre de deux: la faille de Mérens, qui fait buter le terrain paléozoïque des lacs contre le terrain primordial du massif de Saliens et de Carlitte; la faille d'Ax qui, produite entre le terrain primitif et le terrain archéen, a été remplie par des masses considérables de pegmatite; l'une et l'autre fracture sont postérieures au dépôt du terrain silurien.

Une troisième faille, moins marquée, passe au voisinage du pont de Larenq; elle est du même ordre que celle d'Ax.

Coupe entre Mérens et le col de Puymorens.

De Mérens à la frontière de la Cerdagne, nous allons trouver des terrains analogues à ceux déjà reconnus entre Ax et Mérens; mais ils affecteront une disposition différente. La même structure se retrouverait au sud du lac Naguille, dans les massifs affreux du Carlitte et du Pédroux; mais le long de la grande route qui conduit au col de Puymorens, l'observation est beaucoup plus facile.

Terrain primitif. — G^2 — Gneiss glanduleux. — Immédiatement après Mérens, le gneiss glanduleux reparait; il vient affleurer sur la route, à la sortie même du village. Ses bancs, fortement redressés, semblent généralement plonger vers le sud; une faille, déjà indiquée par M. de Lacvivier, le sépare de la série schisto-calcaire précédemment décrite.

Plus loin la vallée s'élargit et, la route s'écartant dès lors du pied

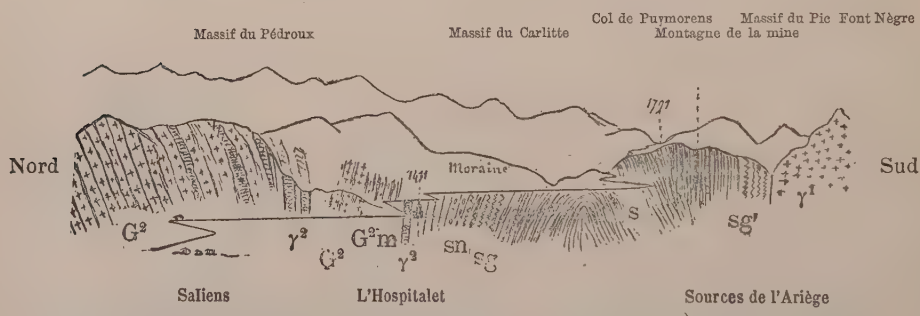


Fig. 6. — COUPE ENTRE MÉRENS ET LE COL DE PUYMORENS.

de la montagne, on chemine longtemps sur un terrain d'éboulis et de transport. L'examen devient alors moins facile; néanmoins, les quelques affleurements qui se montrent çà et là et aussi la nature des roches qui encombrant les bas-fonds, attestent que la constitution du sol est toujours sensiblement la même: sauf quelques intrusions de pegmatites et de granite, le gneiss règne constamment, presque toujours glanduleux, de couleur grise et à mica noir; au voisinage des filons de pegmatite, il passe au gneiss granulitique et devient rougeâtre.

γ^2 . — *Pegmatites de Saliens.* — Aux environs de Saliens se montrent des pegmatites stratiformes, souvent verdâtres à la surface, très clivées, rappelant celles du pont de Larenq; à proximité de la pegmatite jaillissent des sources sulfureuses froides que M. Garrigou regarde comme une dérivation de celles de Mérens.

G^2 . — *Gneiss à mica noir.* — Puis reparait le gneiss à mica noir plon-

geant fortement vers le nord, probablement par suite d'un renversement général des assises; il est largement rubané, et traversé par des pegmatites tourmalinifères.

G^m. — *Gneiss modifiés*. — Le misérable village de l'Hospitalet, situé à 1,411 mètres, est adossé à des roches peu franches, schisteuses et micacées, habituellement riches en feldspath : ce sont probablement des gneiss ou des micaschistes modifiés par les pegmatites tourmalinifères qui les traversent; j'y ai remarqué aussi des roches amphiboliques dont l'action s'est probablement ajoutée à celle des pegmatites.

Archéen. — **sn** — *Schistes noduleux*. — Ces schistes cristallins passent à des schistes micacés, à petits ganglions de feldspath, rappelant vaguement les roches trouvées à la montée de Naguille et en aval du pont de Larenq; ici aussi ils sont mêlés à des pegmatites strati-formes.

Schistes gneissiques. — **sg** — On trouve ensuite des schistes micacés, comparables, jusqu'à un certain point, aux phyllades gneissiques.

Silurien. — **s** — *Schistes noirs et gris avec calschistes*. — A peu de distance, en amont de l'Hospitalet, se développe un puissant système de schistes noirs ou blenâtres, graphiteux par places, passant parfois à des phyllades ardoisiers; ils plongent faiblement vers le nord comme les roches précédentes. Ce sont ces roches qui dominent à la montée du col de Puymorens et dans la montagne où l'on exploite un gîte puissant de fer oxydulé magnétique. La mine est ouverte dans une masse assez monotone de schistes et de calschistes mêlés de bancs calcaires, généralement très redressés.

Archéen. — **sg'** — *Schistes à staurotide et schistes micacés*. — Plus loin, les schistes, prenant une teinte grise, deviennent maclifères, à macles de staurotide, mais parfois simplement noueux. En marchant vers le sud, ils passent à des schistes micacés.

Cet ensemble schisteux constitue une région essentiellement pastorale que se disputent les bergers de l'Andorre, de la Cerdagne et de l'Ariège, région relativement déprimée, à formes arrondies, qui s'étend sur la montagne de Puymorens et sur celle de la Soulane, d'où elle passe en Andorre; le granite et les schistes cristallins s'élèvent sur la lisière de cette formation en escarpements abrupts et presque dénudés.

Granite de Font-Nègre. — **γ¹** — Par delà cette zone schisteuse, ici assez réduite, mais qui prend, vers l'ouest, un développement considérable, se montre, et sans transition aucune, le granite massif de Font-Nègre; il est à mica noir, homogène et analogue à celui des Monts-Maudits et du chaînon de Viella; il fait, d'ailleurs, partie de la même bande, quoique on ne puisse, vu sa discontinuité, suivre ses affleurements à la surface du sol. Une grande faille longitudinale le sépare des schistes anciens de la montagne de Puymorens.

Conclusions. — Une fois au terme de notre exploration, il s'agit de jeter un regard en arrière sur le chemin parcouru. Demandons-nous d'abord ce que représentent les masses granitiques et schisteuses que nous avons rencontrées en remontant l'Ariège, entre Mérens et la Cerdagne française, et comparons-les avec celles de la zone située plus au nord.

Ces roches granitiques sont-elles sédimentaires ou éruptives? Sont-elles ou non du même âge? A quel étage faut-il rapporter la série schisto-calcaire de Puymorens? Tels sont les principaux problèmes que soulève l'étude de cette région. Avant de donner notre avis à ce sujet, examinons les appréciations des divers géologues qui ont étudié la contrée.

Dufrénoy (1) et François (2) regardent le granite de Carol ou de Font-Nègre comme massif; mais ils méconnaissent, du moins sur leurs cartes, la disposition stratiforme du grand affleurement granitique compris entre Mérens et l'Hospitalet. La bande schisteuse de Puymorens est attribuée, avec raison, aux terrains paléozoïques. Ces deux géologues avaient parfaitement vu qu'elle se rattache à la formation schisteuse de Naguille et de Mérens, et d'autre part à celle de l'Andorre et de la haute vallée de Vicdessos, où elle s'infléchit vers l'est pour rejoindre la vallée de l'Ariège.

Durocher (3) rattachait au cambrien les schistes de Puymorens et de l'Embalire.

Plus récemment, M. Mussy (4) attribue ces schistes au silurien supérieur; tout ce qui est en aval est figuré comme granite.

M. Garrigou (5) a le mérite de reconnaître que les granites de cette région sont stratifiés; le gneiss, en effet, est la roche prédominante. Mais on ne saurait admettre avec lui que le granite proprement dit et les pegmatites sont des roches de dépôt, parfaitement stratifiées, modifiées ultérieurement par des actions hydro-thermales; nous examinerons plus tard quelle est la valeur de cette hypothèse qui l'a entraîné à attribuer au terrain laurentien la masse énorme de terrains comprise entre Ax et la Cerdagne. Il n'est pas plus heureux lorsqu'il cherche à établir l'ancienneté relative des six bandes pétrographiques qu'il indique entre ces deux points extrêmes (fig. 7) :

(1) Dufrénoy (1841). — *Carte géologique de la France*.

(2) François (1843). — *Recherches sur le gisement et le traitement des minerais de fer*.

(3) Durocher (1844). *Essai sur le terrain de transition des Pyrénées*. — *Annales des mines*, VI.

(4) Mussy (1870). — *Texte explicatif de la carte géologique de l'Ariège*.

(5) Garrigou (1869). — *Terrains laurentiens du versant sud des Pyrénées*.

- 1° d'Ax à Mérens. — Bande de granites stratifiés;
- 2° A Mérens. — Bande de Naguille, avec schistes, calcaires, roches feldspathiques;
- 3° De Mérens à l'Hospitalet. — Bande de granite stratifié;
- 4° De l'Hospitalet à Porté. — Bande de schistes argilo-ferrugineux passant au gneiss et au micaschiste;
- 5° De Porté à Quez. — Bande granitique du pic de Font-Nègre et des Escaldas.
- 6° De Quez à Ur. — Bande de schistes argilo-ferrugineux.

Ces diverses bandes qui existent réellement sur le méridien d'Ax, sont regardées par lui comme des alternances de roches laurentiennes, granites, schistes, calcaires, passant les unes aux autres. Il considère les bandes d'Ax et de Mérens comme les plus récentes, celles de Quez et d'Ur comme les plus anciennes, ce qui est en tout point erroné. D'autre part, s'il est vrai que le terrain granitique soit formé surtout de roches schisteuses, on ne saurait méconnaître que le granite avoisinant les sources de l'Ariège est de nature massive, détail qui lui a échappé.

Seignette (1) se prononce catégoriquement pour la structure massive du granite dont il vient d'être question; mais il le regarde à tort comme du granite fondamental, servant de substratum à tous les terrains situés plus au nord : aux schistes et calcaires de Puymorens, pour lui cristallophylliens, aux granites gneissiques avec intrusion de pegmatite et de protogines de la région de Saliens; manière de voir qui se rapproche beaucoup de celle de M. Garrigou, mais avec cette différence que, moins exclusif que lui en ce qui concerne le métamorphisme, il appelle les pegmatites et les protogines « des roches d'intrusion » et ajoute que « les granites gneisseux sont lardés de pointements granitiques qui se sont fait jour en leur sein. »

Il signale des bancs calcaires dans les schistes de Puymorens et de la Soulane, et fait preuve de sagacité en les rapprochant des calcaires de la Penna-Blanca, à la base de la Maladetta. Ces deux points, en effet, sont reliés par un horizon calcaire des plus intéressants que ce géologue suit à travers l'Andorre, la Noguera-Pallaresa, les sources de la Garonne. D'autre part, il reconnaît avec la même justesse que le granite du pic Font-Nègre et celui de la Maladetta sont analogues; dès lors, les calcaires de Puymorens et ceux de la Penna-Blanca sont absolument sur le même horizon pétrographique. Mes recherches dans la vallée d'Aran n'ont fait que confirmer cette remarque judicieuse, mais d'un autre côté m'ont donné la conviction que, contrai-

(1) *Seignette* (1880). *Essai d'études sur le massif de la Haute-Ariège*, p. 130.

rement aux vues de Seignette, cette bande calcaire est, non du terrain cristallophyllien, reposant sur le granite fondamental, mais du silurien moyen butant par faille contre le granite éruptif ancien, poussé mécaniquement des profondeurs où il était déjà consolidé jusqu'à la surface, en refoulant à la façon d'un coin les roches relativement molles au milieu desquelles il faisait intrusion.

M. de Lacvivier (1), revenant aux idées plus rationnelles des premiers géologues, regarde les schistes de Puymorens comme des roches paléozoïques qu'il attribue à l'Archéen ; il admet, d'autre part, que les bandes granitiques comprises entre Ax et Mérens, et entre Mérens et l'Hospitalet, ne sont autres que des terrains cristallophylliens. Je me range à cette détermination ; seulement, dans les schistes de Puymorens, le silurien me paraît dominer de beaucoup sur l'archéen.

De la discussion des faits observés et de l'étude du terrain, nous déduirons les conclusions suivantes :

1^o *Les terrains compris entre Ax et les sources de l'Ariège ne forment pas, comme l'ont avancé MM. Garrigou et Seignette, une série continue d'assises d'ancienneté croissante à mesure qu'on s'avance vers le sud.*

2^o *Pas plus le Cristallophyllien de Seignette que le Laurentien de Garrigou ne constituent exclusivement la masse de ces montagnes ; les schistes et calcaires paléozoïques y jouent un certain rôle.*

3^o *La région qui nous occupe, composée d'abord de roches primordiales supportant, en certains points, des roches paléozoïques, a été, à une époque qu'il est difficile de préciser, mais toujours après le silurien, morcelée, par des fractures résultant de la contraction du globe, en un certain nombre de voussoirs disjoints, composés, à leur base, de gneiss et autres schistes cristallins primitifs, et, dans le sommet, de sédiments paléozoïques.*

4^o *C'est dans les failles limitant ces voussoirs que se sont effondrées les roches de l'archéen et du silurien, habituellement plissées et contournées ; c'est par ces fentes naturelles que se sont fait jour les sources sulfurées sodiques si abondantes dans la contrée, et aussi des pointements, parfois même des bandes de granite comme celle du pic Nègre.*

Parmi ces failles, deux surtout sont importantes, car elles se poursuivent à une grande distance :

Au sud, la faille de Puymorens, faisant buter le granite massif contre les schistes siluriens ; elle se rattache à la faille de la Maladetta.

Au nord, la faille de Mérens, mettant en contact les mêmes couches

(1) De Lacvivier (1886). *Etude sur le terrain primaire du département de l'Ariège* (B. S. G. de Fr., 3^e série, XIV, p. 613).

avec le terrain primitif; nous la rapprocherons de la faille d'Artias ou du Lys. Nous retrouverons d'ailleurs ces deux accidents stratigraphiques dans toute l'étendue des Pyrénées centrales.

5^o Pour MM. Garrigou et Seignette, en allant d'Ax vers les sources de l'Ariège, on descendait la série des couches du terrain primitif, ainsi que je l'ai indiqué par des chiffres dans la figure ci-dessous.

Il en est autrement pour moi : *j'ai trouvé d'abord une série descendante (d'Ax à mi-chemin de Mérens), puis (entre ce point et Mérens), série ascendante; au-delà (de Mérens à la mine), série ascendante interrompue par le granite de Font-Nègre, le tout formant une succession de plis anticlinaux et synclinaux.*

En effet, d'après mes recherches, la série, à partir de Mérens, est la suivante :

Gneiss glanduleux de Mérens. — *Cristallophyllien.*

Gneiss avec pegmatites (Saliens). — *Cristallophyllien.*

Schistes micacés avec pegmatites (l'Hospitalet). — *Archéen.*

Schistes satinés avec macles (l'Hospitalet). — *Archéen.*

Schistes carburés argilo-ferrugineux (montée de Puymorens). — *Silurien moyen.*

Schistes ardoisiers et calcaires (environs de la mine). — *Silurien moyen.*

Schistes micacés et à staurotide. — *Archéen.*

Il résulte de cet exposé que *le gneiss de Mérens est le même que celui d'Orlu et de Naguille*, et, d'un autre côté, que *les schistes paléozoïques*

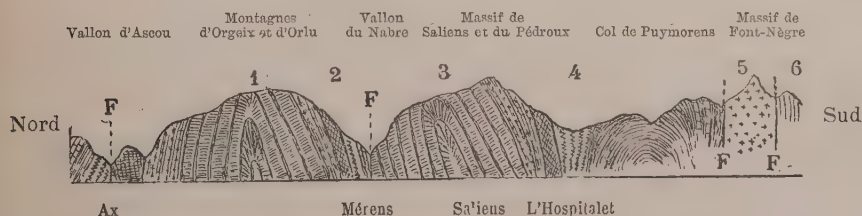


Fig. 7. — STRUCTURE DE LA HAUTE VALLÉE DE L'ARIÈGE.

de Puymorens et du lac se rattachent, comme ceux d'Ax et de la Cerdagne, aux formations paléozoïques les plus anciennes.

Quant au granite du pic de Font-Nègre, granite qui, pour Seignette et Garrigou est fondamental, c'est un granite d'intrusion analogue à celui de la Maladetta, qui est venu s'intercaler dans les schistes et les calcaires du silurien moyen.

Le schéma ci-dessus, qui est diamétralement opposé à la manière de voir de MM. Garrigou et Seignette, complètera les renseignements que je viens de donner.

En résumé, la bande gneissique de Mérens est un retour par faille de celle d'Orlu; elle est flanquée, elle aussi, vers le sud, d'une bande de terrains paléozoïques, bande qui est traversée par le granite de Font-Nègre.

2° VALLÉE DE L'ARIÈGE (d'Ax à Tarascon).

Terrains paléozoïques du nord d'Ax.

Tous les géologues sont d'accord pour admettre que la série qui se développe au nord d'Ax repose sur les masses granito-schisteuses de la région d'Orgeix et de la gorge de Mérens. Mais à quels horizons géologiques faut-il la rapporter? Voilà où éclatent les divergences.

Etablissons d'abord la succession des assises qui se montrent entre le jurassique du col de Marmare et la station d'Ax-les-Bains. Pour le moment, nous indiquerons seulement les grandes masses minérales, nous réservant d'entrer plus loin dans des détails circonstanciés. Dans cet intervalle, on descend l'échelle chronologique des terrains. Voici quels en sont les principaux termes :

<i>Schistes verts avec lentilles de griottes</i>	D ³
<i>Calschistes terreux et grauwacke jaunâtre à encrines</i>	D ¹
<i>Schistes carburés</i>	S ³
<i>Calcaire métallifère avec schistes ardoisiers subordonnés</i>	S ² b
<i>Schistes argileux, souvent carburés, avec grauwackes schisteuses</i>	S ² a
<i>Schistes siliceux rubanés</i>	S ¹
<i>Schistes satinés, schistes maclifères, avec pegmatites</i>	A
<i>Schistes micacés avec pegmatites</i>	

Telle est la coupe simplifiée qu'on peut relever entre le col de Marmare et Ax, à travers le plateau de Chioula (fig. 42), coupe dont nous établirons plus bas la généralité, en montrant, comme d'ailleurs on en a dès longtemps fait la remarque, que tout le massif de la Haute-Ariège présente la même structure.

D'autre part, les deux géologues qui ont étudié avec le plus de soin cette contrée, MM. Garrigou et Seignette surtout, avaient déjà relevé en détail une succession à peu près identique, sauf quelques légères divergences tenant surtout à une différence dans l'appellation des roches.

On peut donc regarder cette succession comme bien établie. Mais s'il y a, d'une manière générale, concordance entre nous quant aux termes de cette succession, il n'y en a guère quant aux horizons géologiques auxquels il faut les rapporter.

Trajet des diverses zones.

Avant d'entreprendre la description des diverses coupes levées le long de l'Ariège, il m'a paru utile d'indiquer à tour de rôle les zones qui s'étagent au nord d'Ax ; c'est la suite naturelle de ce que nous avons vu au sud de cette localité. Des panoramas géologiques (fig. 8 à 14) et des coupes transversales (fig. 12 à 18) permettront de suivre leur continuité dans la Haute-Ariège. Voici, en série ascendante, les diverses zones du sud au nord :

a. — *Zone des schistes micacés.* — Caractérisée surtout par des schistes micacés (schistes argileux micacés) passant parfois à des mica-schistes et des gneiss d'origine métamorphique, elle paraîtrait devoir être rangée dans le terrain cristallophyllien, avec lequel elle a la plus grande ressemblance ; mais elle renferme des bancs de phyllades qui accusent une origine sédimentaire et me portent à la considérer comme une modification métamorphique de la base de la zone suivante, sous l'influence des granulites et des pegmatites qui la recoupent fréquemment. Ainsi qu'il a été déjà dit, elle s'adosse, vers le sud, au véritable terrain cristallophyllien formé par le gneiss glanduleux et les cipolins des montagnes d'Orgeix et d'Orlu, dont elle est séparée par une bande assez épaisse de roches d'intrusion.

Cette zone, très développée dans la vallée d'Ascou, passe au nord d'Ax, où on peut la voir, soit à l'entrée de la route de Prades, soit aux abords de la gare ; elle descend sur Savignac (I), franchit l'Ariège vers ce point et se tient, dès lors, constamment sur la rive gauche de cette rivière (VI). Nous la retrouvons dans la vallée d'Aston, un peu au-dessus de Labail (VII) ; elle se dirige ensuite vers l'ouest et, contournant le grand massif primordial de Fontargente, elle se développe dans la haute vallée de Siguer et celle de Soulcen, en amont de Caraffa, d'où elle passe en Andorre et sur le territoire espagnol.

b. — *Zone des schistes satinés pétrosiliceux.* — Cette zone, composée essentiellement de schistes satinés, parfois pétrosiliceux, de schistes maclifères, souvent recoupés par des pegmatites, forme une bande parallèle à la précédente ; venue des montagnes de Quérigut, elle passe au nord d'Ax, en dessus des schistes micacés, se montre surtout à Savignac (I), et, avant d'atteindre le Castelet, prend la rive gauche de l'Ariège, qu'elle ne quitte plus désormais (VI). Elle donne, dans la vallée d'Aston, les schistes de Ferrière (VII) identiques aux schistes de Savignac, puis formant toujours un liseré au nord de la zone précédente, elle gagne la haute vallée de Siguer, puis celle de Soulcen, qu'elle coupe vers Caraffa. Elle prend un grand

PANORAMAS GÉOLOGIQUES DE LA HAUTE-ARIÈGE

(Région comprise entre Ax-les-Bains et Les Cabannes)

Légende explicative	{	T. jurassique, J.	T. silurien	{	supérieur, S ^s	{	T. archéen, A.
		T. carbonifère, c.			moyen, S ^s b. S ^s a		T. primitif, G.
		T. dévonien, D ^s , D ¹ .			inférieur, S ¹		Ophite, o.
							Faïte, F.



Fig. 8. — SERRE DE VAYCHIS (Vue prise au nord de Luzenac)

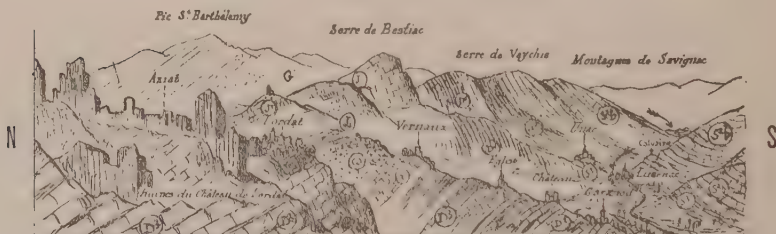


Fig. 9. — MONTAGNES DE LUZENAC (Vue prise du château de Lordat)



Fig. 10 — RIVE DROITE DE L'ARIÈGE ENTRE LUZENAC ET LES CABANNES
(Vue prise à l'ouest d'Albiès)



Fig. 11. — MONTAGNES DES CABANNES ET D'ASTON (Vue prise en aval des Cabannes)

COUPES TRANSVERSALES DE LA VALLÉE DE L'ARIÈGE

(Entre Ax-les-Bains et les Cabannes).

NOTA. — Dans toutes ces coupes, le nord est à gauche et le sud à droite.

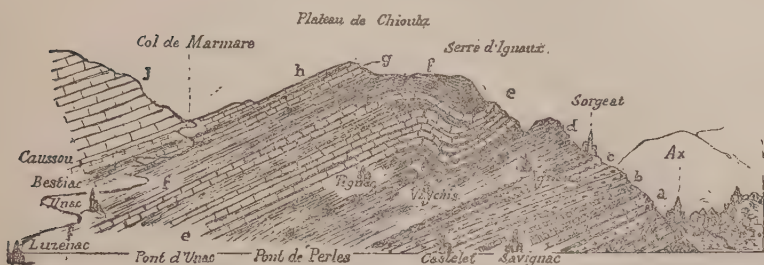


Fig. 12. — Coupe ENTRE AX ET LUZENAC (I)



Fig. 13. — Coupe ENTRE AXIAT ET GARANOU (II)

Fig. 14.



Fig. 15.



Fig. 16.



COUPES : AU NIVEAU D'URS (III); DE VÈBRE (IV); DE LA REMISE (V).



Fig. 17. — Coupe ENTRE VERDUN ET LE PECH DES CABANNES (VI)



Fig. 18. — Coupe ENTRE SINSAT ET LABAIL D'ASTON (VII)

développement vers la frontière et surtout dans les hauts massifs de la vallée d'Andorre.

c. — *Zone des schistes quartzeux rubanés.* — Ils forment un horizon précieux sur lequel M. Garrigou, le premier, a appelé l'attention ; il en a, d'ailleurs, défini le trajet avec le plus grand soin : le Castelet (I), le pont de Perles, la Ferrière-d'Aston (VII), tels sont les principaux points où il est plus facile de les observer. Dans la vallée de Videssos, ils prennent une grande extension vers Marc-d'Auzat et les Escales ; on les retrouve aussi sur le territoire andorran, formant toujours, ici comme sur le versant français, un circuit externe sur la périphérie des schistes satinés. Ils sont habituellement grisâtres ou verdâtres ; des grès siliceux les accompagnent, mêlés parfois à des schistes gris cendré ou blanchâtre faiblement séréciteux.

d. — *Zone des schistes carburés inférieurs.* — Ces schistes argileux, passant le plus souvent à de véritables ampélites, parfois, néanmoins, de couleur moins sombre, forment une traînée noirâtre se montrant à Ignaux, Vaychis (I), d'où elle descend sur l'Ariège aux environs du pont de Perles. Elle continue à suivre la rive gauche dans les montagnes de Luzenac et de Lasserre, forme de nouveau le thalweg de la vallée au hameau de la Remise (V), gagne, de là, les montagnes du sud d'Albiès (VI), et, après avoir franchi le Pech des Cabannes, tombe au village d'Aston (VII). Dans la vallée de Videssos, cette bande argileuse se montre aux environs de Laujou.

e. — *Zone du calcaire métallifère.* — Cette zone schisto-calcaire est puissamment développée et forme un des traits les plus caractéristiques, les plus saillants de la géologie de la Haute-Ariège, tant par la puissance de ses calcaires aux tons roussâtres, aux reliefs rugueux et heurtés, que par le nombre et la richesse des gîtes métallifères qu'elle renferme. L'ingénieur François a particulièrement attiré l'attention sur cette zone intéressante ; MM. Garrigou et Seignette, ce dernier surtout, en ont fidèlement indiqué le parcours. Seignette insiste spécialement sur l'existence d'une double bande calcaire, séparée par un horizon de schistes ardoisiers, particularité qui est surtout évidente aux environs d'Albiès et des Cabannes. Remarquons, en outre, que, dans chacune des bandes calcaires, se trouvent des intercalations de schistes argileux qui correspondent à des zones relativement déprimées, tandis que les calcaires forment des sortes de dikes, de murs escarpés, dont le profil hardi peut se suivre facilement d'une montagne à l'autre.

Cette zone schisto-calcaire prend surtout une grande extension entre Luzenac et les Cabannes. Voici quel est son parcours dans la Haute-Ariège :

Elle se montre dans la serre de Vaychis (I), traverse l'Ariège en amont de Luzenac (I), où elle constitue le monticule du Calvaire (II) ; elle se tient, dès lors, sur la rive gauche, formant des escarpements qui dominent la grande route. Plus loin, elle s'avance jusque sur les bords de l'Ariège en un promontoire sur lequel est bâti le village de Lassur (III). En delà de Vèbre (IV), la bande schisto-calcaire passe en partie sur la rive droite ; puis, jusqu'aux Cabannes, elle occupe les deux bords de la rivière, formant le Pech Saint-Pierre (VI), le Pech des Cabannes, les montagnes de Château-Verdun (VII) et de Larcet ; elle se montre pour la dernière fois, dans la vallée de l'Ariège, au promontoire qui domine Aulos, puis, de là, gagne le bassin de Vicdessos, par la chapelle Saint-Barthélemy, le haut de Miglos, Gestiers, Siguer, Rancié. Vers Ausat, cette bande est réduite à quelques centaines de mètres d'épaisseur ; elle franchit le col de Saleix pour passer dans le bassin d'Aulus, où nous la retrouverons en étudiant la région du Haut-Salat.

f. — *Zone des schistes carbonifères supérieurs.* — Ils forment une bande noirâtre qui a été généralement confondue avec la bande inférieure. Les schistes argileux qui la constituent sont fréquemment ardoisiers ; mais, le plus souvent, ils sont ternes, terreux, et ont une couleur qui varie du gris foncé au noir le plus pur. Cette zone est nettement marquée à la montée du col de Chioula (versant d'Ax), elle côtoie à une certaine hauteur la route de Luzenac à Prades, puis descend rapidement sur Unac (I), qui est bâti sur les schistes carbonifères, passe sous l'église même de Luzenac (II). A partir de ce village, elle suit le thalweg de la vallée, occupant les deux bords de l'Ariège ; nous la trouvons dans une ardoisière, en aval de la gare de Luzenac, au bas de Garanou, et surtout au pont d'Urs (III) ; après avoir cheminé ainsi le long de l'Ariège, dont elle forme le lit, elle passe sur la rive droite, au-dessous de l'ophite de Vèbre (IV), mais elle est très réduite en ce point. Puis, gagnant la montagne au nord d'Albiès, elle se montre de nouveau sur le revers septentrional du Pech Saint-Pierre (VI), d'où elle descend dans le bassin des Cabannes ; on peut voir cette bande noirâtre affleurer au Barri et aux abords de la gare ; plus loin, elle suit la grande route, entre Aulos et Sinsat (VII) ; alors elle éprouve un rebroussement vers l'ouest, et quitte définitivement la vallée de l'Ariège pour s'infléchir dans la direction de Vicdessos.

g. — *Zone des calcschistes et grauwackes.* — Les schistes argileux, calcschistes et grauwackes de la montée du col de Chioula (I), se retrouvent en d'autres points, toujours au nord des schistes carbonifères supérieurs : au nord-ouest d'Unac, où l'on y exploite de

grandes dalles de calschistes, à Garanou (II), où cette bande supporte les calcaires colorés du dévonien supérieur. A Urs, elle ne se montre pas, perdue probablement dans la faille de l'Ariège. Quelques traces de ce terrain se retrouvent dans le bassin des Cabannes, au nord du Pech Saint-Pierre (VI).

h. — *Zone des calcaires amygdalins.* — Cette zone qui recouvre la précédente, est, comme elle, discontinue. Elle est formée de schistes verdâtres ou rougeâtres et de calcaires vivement colorés. Elle se rattache aux marbres de la Fajolle (Aude). Des calcaires amygdalins ont été signalés aux environs de Bestiac (I); on les retrouve, mêlés à des schistes, en dessous de Vernaux (II); plus loin, ils vont former un monticule escarpé que couronnent les ruines imposantes du vieux château de Lordat. A partir de là, suivant le sort des schistes de la zone précédente, ils ne se montrent guère plus; dans la montagne de Verdun, pourtant, ils sont faiblement représentés (VII).

i. — *Zone des schistes ardoisiers bleuâtres.* — Au-dessous de Vernaux, les calcaires amygdalins sont surmontés de schistes ardoisiers bleuâtres et de calcaires gris; ils représentent probablement le carbonifère et la base du terrain secondaire.

o. — *Zone des ophites.* — L'ophite ne forme, à la surface, que des pointements clair-semés, se rattachant probablement les uns aux autres en profondeur, comme semble l'indiquer la continuité des phénomènes métamorphiques le long de la zone ophitique. Les principaux pointements sont ceux de Vernaux (II), de Lordat, de Vèbre (IV).

j. — *Zone des calcaires et dolomies.* — Au-dessus de l'ophite, se trouvent des masses importantes de calcaires et de dolomies formant un horizon des plus nettement définis (I, II, III, IV, VI, VII), dont la blancheur contraste avec la teinte roussâtre du calcaire métallifère qui, d'ailleurs, ne se tient pas à une si grande hauteur. Quelques brèches et schistes argileux se montrent habituellement au bas des escarpements calcaires. En se plaçant, comme nous l'avons fait, sur les montagnes qui s'élèvent au nord d'Albiès, on peut suivre de l'œil (ainsi que je l'ai indiqué dans le panorama de la figure 40) ce chaînon calcaire dans la plus grande partie de son trajet : on le voit venir des environs de Prades, passer par le col de Marmare et former, au-dessus d'Unac et de Vernaux, des crêtes arides; la bande se montre derrière les ruines de Lordat, se déprime au niveau d'Axiât, mais se relève bientôt après pour former une sorte de barre derrière laquelle sont perdus les villages d'Appi, de Caychax, de Saint-Conac. C'est ce même calcaire qui se dresse au-dessus de Verdun; un peu plus en

aval, au-dessous de Bouan, il traverse l'Ariège, s'élevant sur ses deux rives en escarpements arides, blanchâtres, dont l'aspect démantelé, ruiniforme, imprime à cette partie de la vallée un caractère sauvage et imposant.

Ce calcaire est surmonté fréquemment, et notamment à Verdun, de schistes argileux; M. Pouech y a découvert les fossiles du lias moyen. Pour ce motif et pour d'autres que nous exposerons quand nous aurons étudié ce calcaire sur d'autres points de la chaîne, nous sommes portés à voir dans cette zone l'horizon du lias inférieur. Les schistes argileux et les brèches qui sont au-dessous sont probablement infra-liasiques.

g. — *Zone du granite-gneiss.* — Par-delà le jurassique se développe le terrain primitif du Saint-Barthélemy butant par faille contre le terrain jurassique (1).

Coupe entre Ax et le plateau de Chioula.

(Avec retour par Vaychis.)

Dans la première partie de la coupe (fig. 42), j'ai suivi la route d'Ax à Prades jusqu'au plateau de Chioula; dans la deuxième, qui correspond à la descente par Tignac, Vaychis et Savignac, les terrains sont recoupés en sens inverse. La descente permet donc de compléter et de contrôler les données acquises durant l'ascension. Dans ce double trajet, j'ai traversé successivement :

- a. — *Micaschistes et gneiss.* — Pour la plupart métamorphiques, recoupés par des pegmatites à mica blanc, parfois palmé.
- b. — *Schistes satinés et pétrosiliceux.* — Ces deux zones, surtout développées au sud de Sorgeat, seront vues en détail à l'entrée du chemin de Prades, dans une coupe dont nous donnerons la description dans le chapitre consacré à l'archéen.
- c. — *Schistes siliceux et quartzites.* — En grande partie masqués par la végétation; se montrent au-dessus de Sorgeat; quelques filons de quartz traversent ces assises.
- d. — *Schistes argileux d'Ignaux.* — Souvent noirâtres et donnant lieu alors à des suintements d'eau ferrugineuse, provenant de la décomposition

(1) Une autre faille, d'ailleurs admise par quelques géologues, se montre le long de l'Ariège, en amont des Cabannes. Elle passe à Urs, où le dévonien et une partie du silurien supérieur disparaissent dans la profondeur; on la voit nettement à Aulos, où elle fait buter le silurien supérieur contre le jurassique. Cette ligne de rature est d'ailleurs jalonnée par des ophites. Elle semble avoir produit en certains points, notamment à Château-Verdun, le renversement du calcaire métallifère, qui devient surincombant par rapport aux schistes carburés supérieurs.

des pyrites ; plus bas, vers Vaychis, ils sont efflorescents et alunifères.

Ils sont surmontés de schistes argileux gris-bleuâtre ou gris-verdâtre, devenant satinés au voisinage des filons de quartz, ce qui pourrait les faire confondre avec les schistes satinés de la zone **b**. Par places, ils deviennent ardoisiers.

- e. — *Calcaire métallifère*. — Après un éboulis assez considérable de roches schisteuses, on arrive au pont jeté sur le ruisseau qui descend à Savignac. Sur la rive droite, on trouve immédiatement un calcaire blanc ou gris, roussâtre à la surface, légèrement cristallin : c'est un représentant du calcaire métallifère que nous verrons amplement développé aux environs des Cabannes.
- f. — *Schistes noirs alunifères*. — Au-dessus, schistes noirs, ampéliteux et pyritifères, donnant alors des sources ferrugineuses ; j'y ai trouvé des traces vagues de graptolites, en outre des punctuations ocreuses qui se montrent aussi dans des couches analogues à Luzenac et sur le chemin d'Unac, punctuations qu'il est bien difficile de ne pas attribuer à des traces organiques.
- g. — *Schistes et grauwackes*. — Presque au bout du col, schistes argilo-terreux roussâtres ou jaunâtres, avec grauwacke jaune terreuse rapelant, par son faciès, la grauwacke dévonienne. J'y ai trouvé quelques encrines informes et d'autres empreintes indéterminables.
A la même assise appartiennent des calschistes gris-cendré ou bleuâtres qui viennent au-dessus ; ils sont veinulés par de la calcite blanche.
- h. — *Schistes rougedâtres*. — Sur le plateau herbeux de Chioula, le sol est peu visible ; çà et là, néanmoins, dans les écorchures du sol, apparaissent des schistes rouge sombre analogues à ceux qui sont intercalés dans les marbres du dévonien supérieur. D'ailleurs, à gauche comme à droite, on trouve sur le trajet de cette zone des lentilles de calcaire dévonien, ainsi que MM. Garrigou et Seignette en ont dès longtemps fait la remarque.

Au lieu de descendre vers Causson, où nous trouverions le terrain jurassique, revenons sur nos pas, en contournant la montagne vers l'ouest, de façon à retomber dans la vallée de l'Ariège que nous avons perdue de vue depuis quelque temps. Un chemin forestier à peu près horizontal, filant dans la direction d'Unac, recoupe les *calschistes et les schistes roussâtres* (g') du dévonien inférieur* ; quand il s'infléchit vers le sud, il atteint les *schistes carburés supérieurs* (f) avec leur cortège habituel de suintements ferrugineux. On arrive ainsi à un plateau gazonné qui domine Tignac ; remontons alors la vallée de l'Ariège par un sentier horizontal qui longe la crête : on ne tarde pas alors à retrouver le *calcaire* (e) ; il est ici métallifère et bien plus développé ;

* Remarque. — Pour ne pas surcharger le dessin, je n'y ai point fait figurer les notations g', f', e'... des couches qui suivent, elles se placent sur le prolongement des couches g, f, e..., correspondantes.

cet excès d'épaisseur tient, selon toute apparence, à un plissement qui fait reparaître les mêmes assises, comme le prouve le changement du pendage, la faible épaisseur du calcaire sur la route de Prades, et aussi le rejet de la bande calcaire du sud au nord. Dans la serre de Vaychis, on y a exploité de la galène.

Plus bas, *schistes carburés de Vaychis* (d'), avec efflorescences alunoferrugineuses ; exploités, du temps de Dietrich, pour la fabrication de l'alun et du vitriol.

A 300 mètres environ au-dessous du village, sur le chemin de Savignac, bancs de *grès quartzeux* (c') alternant avec des schistes siliceux et des phyllades. C'est là une zone que nous retrouverons au pont du Castelet, horizon précieux qui se poursuit avec une constance remarquable dans toute l'étendue de la Haute-Ariège.

Puis, *phyllades satinés gris-cendré* (b'), parfois sériciteux.

Plus bas, *alternances* (a') de *schistes micacés* et de *phyllades satinés divers* : schistes micacés ayant le faciès des micaschistes ; schistes micacés à wernérite gris-verdâtre ; schistes noirâtres subsatinés ; schistes verts à chloritoïde, traversés par de gros filons de pegmatite.

Ces roches schisteuses nous conduisent jusqu'à Savignac ; tout le parcours entre cette localité et Ax se fait dans le même système ; nous le reverrons d'ailleurs en détail dans une coupe suivant la voie ferrée entre Ax et Luzenac.

La première partie de la coupe passait par le haut de la montagne qui sépare Ax de Caussou ; la deuxième la prend en écharpe ; les deux parties se contrôlent l'une l'autre et montrent la même succession. Une nouvelle coupe passant par le bas de la montagne, le long du thalweg de la vallée, nous conduira à des résultats identiques.

COUPES TRANSVERSALES DE LA VALLÉE DE L'ARIÈGE

I. — Coupe entre Ax et Luzenac (fig. 42).

Les tranchées ouvertes pour les travaux du chemin de fer d'Ax-les-Bains ont mis à nu le système d'assises déjà trouvées entre cette station thermale et le col de Chioula. Nous donnerons, néanmoins, à titre de contrôle et de complément, un profil géologique le long de la voie ferrée, depuis cette localité jusqu'à Luzenac, en le complétant par une pointe sur Unac et le bas de la route de Prades. En descendant la vallée de l'Ariège à partir de la gare d'Ax, on trouve successivement en série ascendante :

a. — *Gneiss à mica noir*. — Finement feuilleté, passant au micaschiste ; il est recoupé par de nombreuses pegmatites.

Micaschistes glanduleux. — A mica membraneux brun tombac : le quartz s'y présente en ganglions et en filons nombreux.

- b. — *Schistes satinés de Savignac*. — Fréquemment subardoisiers ; fréquemment aussi, traversés par des filons de quartz au voisinage desquels ces phyllades se chargent de mica et de cristaux d'andalousite ; de couleur habituellement noirâtre ou bleu sombre, ils sont comme pailletés à leur surface par des membranes d'une substance blanche à reflets très nacrés, analogue à la damourite ; les parties exposées à l'air depuis longtemps revêtent des tons jaunâtres ou verdâtres, dus aux efflorescences aluno-ferrugineuses qui résultent de la décomposition des pyrites et de leur réaction sur l'alumine des schistes.

Ces phyllades deviennent parfois noueux et comme pustuleux, et passent, dès lors, aux Knotenschiefer des Allemands.

- c. — *Schistes quartzeux rubanés du Castelet*. — Ils alternent fréquemment avec des schistes noirâtres faiblement satinés ; la cristallinité est ici moins accusée que dans la zone précédente.
- d. — *Schistes carburés alumineux de Vaychis*. — Noirâtres et ferrugineux ; se montrent au-delà du pont hardi jeté sur l'Ariège pour donner passage à la voie ferrée ; les filons de quartz y sont très répandus.
- e. — Plus bas se développe un puissant système de *schistes gris sombre ou bleuâtres fréquemment ardoisiers* ; ils ne se distinguent guère de ceux de la zone précédente que par une couleur généralement moins sombre et la disparition à peu près complète des filons de quartz. Ils se présentent souvent en dalles lustrées atteignant de grandes dimensions et rappelant celles de Cier-de-Luchon.

Au pont d'Unac et dans la tranchée même du chemin de fer, on peut voir des bancs de *calcschistes gris à encrines* passant souvent, par disparition de l'élément calcaire, à une sorte de grauwacke très tendre, couleur chocolat, et à des schistes de couleur fauve. C'est là un faciès absolument identique à celui des dalles argilo-calcaires de la vallée de l'Izar (environs de Sentein). Ici aussi, la masse de ces roches est parcourue par des veinules irrégulières de calcite blanche, spathique, provenant, selon toute apparence, d'une sorte de sécrétion.

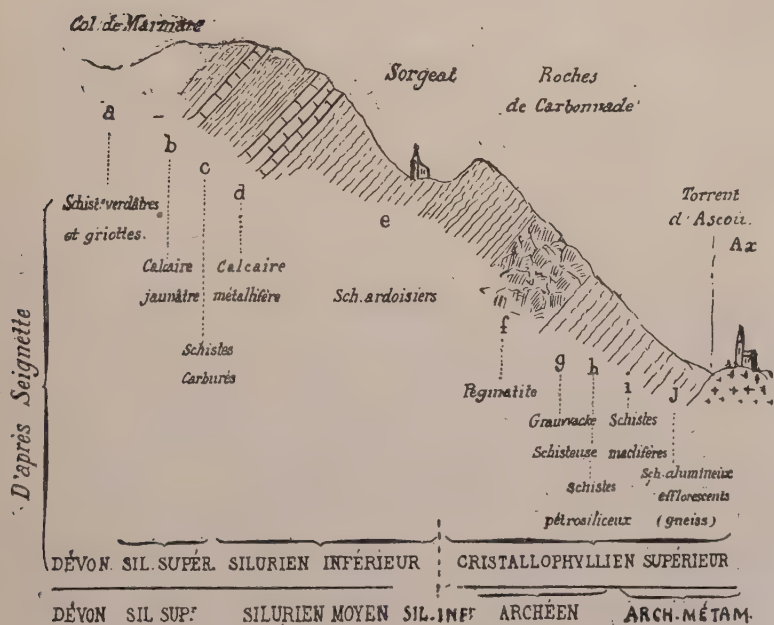
A cent mètres du pont, intercalation de *calcaires argileux jaunâtres ou brunsâtres, fortement ferrifères, passant par places à la sidérose et au spath brunissant* ; le manganèse n'y est pas rare. Cette couche intéressante, visible sur plus de 50 mètres d'épaisseur, représente le niveau du *calcaire métallifère* que nous retrouverons, mais plus largement développé, en plusieurs autres points de l'Ariège, donnant lieu à des exploitations plus ou moins importantes. Ce même calcaire métallifère se montre aussi sur les deux rives de l'Ariège : on le voit descendre de la serre de Tignac, sous forme d'escarpements rugueux qui franchissent la rivière, puis se relèvent sur la rive gauche pour donner, au sud de Luzenac, une série de monticules roussâtres, dont l'un porte le calvaire, et, plus loin, une sorte de falaise qui domine la vallée.

- f. — A Luzenac et en dessous même de l'église, se montrent des *schistes argileux gris-bleuâtres ou noirs*, exploités en plusieurs points comme ardoises. Nous n'avons pas de peine à y reconnaître l'assise carburée

déjà vue au-dessous du plateau de Chioula. Cette zone est surtout bien marquée aux environs du village d'Unac ; ici aussi, schistes ardoisiers, schistes gris-cendré, mais surtout schistes noirs ampéliteux qui communiquent aux terres une couleur noire qu'il est facile de suivre à travers la montagne. Les filons de quartz y sont assez nombreux ; à leur voisinage, les schistes prennent un certain éclat satiné dû au développement d'un phyllite blanc nacré, analogue à la damourite, particularité que nous retrouverons dans les schistes à graptolites des environs de Sentein.

g. — Entre Luzenac et Unac, dans des champs dominant la route de

Fig. 19. — COUPE D'AX AU COL DE MARMARE.



Prades du côté nord, on remarque, succédant à des schistes argileux, de nombreuses alternances de dalles calcaires, de schistes ardoisiers et de schistes argileux de couleur roussâtre ; on y trouve quelques encrines. Nous n'hésitons pas à y voir le prolongement de la zone que nous avons trouvée au plateau de Chioula, au-dessus des schistes carburés supérieurs.

- h. — Enfin, vers Bestiac, on trouverait des calcaires colorés appartenant à l'horizon des marbres dévoniens.
- j. — Plus haut, formant une crête aride, sont les calcaires et dolomies de Caussou, qui relèvent du jurassique.

La succession du haut vers le bas est donc la suivante :

j. — Calcaires et dolomies de Caussou.....	J
h. — Calcaires colorés de Bestiac	D ³
g. — Calschistes en dalles avec schistes argileux du plateau de Chioula.	D ¹
f. — Schistes carburés et ardoisiers de Luzenac et Unac.....	S ³
e. — Calcaire métallifère ; Calschistes à encrines ; Schistes ar- doisiers.....	S ^{2b}
d. — Schistes carburés de Vaychis.	S ^{2a}
c. — Schistes quartzeux du Castelet.....	S ¹
b. — Schistes salinés de Savignac.....	A
a. — Schistes micacés d'Aax passant à des micaschistes et à des gneiss métamorphiques.	A ^m

Nous avons de Seignette (*op. cit.*, p. 89 de l'Analyse critique) une coupe qui suit à peu près le même itinéraire ; je l'ai reproduite ci-dessus (fig. 49) à titre de comparaison et j'ai mis en regard ses interprétations et les miennes sur l'âge relatif des assises.

II. — Coupe entre Axiat et Garanou (fig. 43).

(Avec prolongement sur Luzenac).

Dirigée au début suivant le méridien au niveau de Luzenac, cette coupe est déjetée ensuite plus à l'ouest jusqu'à Garanou, où elle reprend la direction sud-nord.

- e. — *Calcaire métallifère du calvaire de Luzenac.* — Mêlé, au sud de cette localité, à des schistes gris ou roussâtres, subardoisiers. Le calcaire est blanc, gris-cendré ou gris bleuâtre, mais le plus souvent il a une livrée jaunâtre ou roussâtre qui est due à des oxydes de fer ou de manganèse. En certains points même, il présente des colorations rouges ou vertes assez vives pour qu'on y ait vu des marbres dévoniens.
- f. — *Schistes ardoisiers de Luzenac.* — Exploités en divers points, notamment dans une carrière avoisinant la route en aval de la gare.
- g. — *Calschistes en dalles du Garanou.* — Avec schistes intercalés, souvent ardoisiers.
- h. — *Calcaires colorés et schistes verts de l'église de Vernaux.* — Cette zone, reconnaissable à ses vives couleurs, passe au pied du village de Lordat et forme les escarpements sur lesquels se dressent les ruines du vieux château. Sur ce dernier point, le calcaire, roussâtre à la surface, est rouge ou vert veiné de blanc à l'intérieur. Du côté nord, il éprouve quelques perturbations liées peut-être au voisinage de l'ophite de Lordat.
- x. — A la montée de Vernaux, *schistes ardoisiers bleuâtres*, surmontés de

quelques bancs de calcaire gris; ils représentent probablement le carbonifère des Pyrénées.

- ω. — Immédiatement au-dessus du village de Vernaux, belle *ophite riche en épidote*, se montrant aussi plus à l'ouest sous le village de Lordat.
- J₁. — *Brèche calcaire et schistes de Lordat* appartenant à la base du jurassique.
- J₁. — *Calcaire cristallin*. — D'un beau blanc, parfois dolomitique; riche en couseranite, amphibole blanche et pyrites. C'est la continuation du calcaire de Caussou. Il s'étend en largeur entre Lordat et Axiat.
- G. — Par delà ce dernier village, *schistes cristallins et micaschistes* dépendant du massif primordial dont le pic Saint-Barthélemy est le point culminant.

III. — Coupe au niveau d'Urs et de Lassar (fig. 14).

Elle part du sud de Lassar, franchit l'Ariège au pont d'Urs, en suivant dans son trajet une ligne oblique.

- e. — *Calcaire métallifère de Lassar*. — Mélé de schistes verdâtres, à dendrites, avec nids de matière ferrugineuse et de manganèse oxydé. Dans cette formation est ouverte la mine de fer de Lassar où l'on exploite de l'oligiste grenu, gris d'acier, passant à de l'oligiste très quartzueux. Je n'y ai pas rencontré d'hématites concrétionnées; l'absence de cette texture si commune dans d'autres mines de la région, à Rancié, à Château-Verdun, semblerait indiquer que le fer a ici une origine toute différente. Dans le voisinage, les roches sont fortement imprégnées d'oxyde de fer: les schistes sont teintés de vert; les calcaires sont souillés, à la surface, de taches roussâtres ou jannâtres, tandis que leur intérieur présente des colorations vertes et rouges assez vives, qui avaient porté certains géologues, M. Garrigou entre autres, à y voir des calcaires dévoniens. M. Seignette s'est élevé à bon droit contre cette assimilation et a parfaitement reconnu que ce sont des calcaires siluriens modifiés par des imprégnations ferrugineuses. Ainsi qu'on peut s'en assurer à la montée de Lassar du côté de Luzenac, dans une carrière ouverte sur le bord de la route, les calcaires ne présentent ni la structure entrelacée, ni la matière phylladienne si caractéristique des marbres dévoniens; d'ailleurs, la matière colorante se distribue selon les fissures de la roche, ou accompagne de petites veinules qui s'entrecroisent en tous sens. Même faciès anormal existe au sud de Luzenac et aussi, comme nous aurons l'occasion de le voir, entre Vèbre et Albiès, non loin de l'ophite. En descendant de Lassar vers Urs on rencontre une carrière qui présente les mêmes particularités.

Le calcaire métallifère se dessine de la façon la plus nette dans la région de Lassar; il y constitue une série de monticules rugueux, reconnaissables de loin à leur couleur roussâtre.

- f. — *Schistes carburés d'Urs*. — Se montrent sur une épaisseur de 30 à 40 mètres sur la rive gauche de l'Ariège, aux abords même du pont.

On peut remarquer qu'ils sont recoupés par des filonnets de quartz mêlé de parties rouges et vertes comme on en voit dans le calcaire bariolé de Lassur : ceci nous prouve la postériorité de l'oligiste de Lassur relativement au silurien supérieur et, en outre, l'origine filonienne de ces masses métalliques.

- J — Au-delà d'Urs, dans la tranchée du chemin de fer, on voit un mélange assez brouillé de *calcaires et de schistes* : calcaire cristallin, calcaire gris, parfois noir et bréchoïde lardé de quartz, avec pyrite et sidérose ; calcaires argileux ; schistes roussâtres ou verdâtres, sartinés par places.

Est-ce du dévonien ou du jurassique ? je pencherais plutôt pour cette dernière détermination.

IV. — Coupe au niveau de Vèbre (fig. 15).

- e. — *Calcaire métallifère* de la rive gauche de l'Ariège.
 f. — Mince bande de *schistes noirs*, visibles en aval de l'ophite de Vèbre (S³).
 w. — *Ophite de Vèbre*, exploitée pour l'empierrement des routes et de la voie ferrée. C'est une roche très belle, variée comme composition, géodique par places comme celle de Lordat, et ne présentant pas de traces de stratification.

Elle est accompagnée de terres vertes, ophitiques, riches en mauléonite, provenant de la décomposition de cette roche éruptive et d'apports hydro-thermaux qui ont accompagné ou suivi sa venue au jour. C'est peut-être là un représentant réduit du Keuper pyrénéen, semblant justifier l'opinion émise par M. Dieulafait, que dans les Pyrénées les marnes bariolées du trias sont formées au dépens des roches ophitiques.

J'ai remarqué aussi, au nord de l'ophite, un *calcaire jaunâtre*, subcristallin, caverneux, carié, rappelant celui qui, dans le Castillonnais, à Pouzac et en une foule d'autres points, est chargé de couseranite et accompagne l'ophite. Il ne se sépare pas nettement des terres ophitiques.

- J. — Un peu en amont de l'ophite, entre Vèbre et Urs, se montrent, sur le côté nord de la voie ferrée, des *calcaires argileux roussâtres* et des *calcschistes noirâtres* en bancs légèrement incurvés, appartenant probablement à la base du jurassique. Cette perturbation est évidemment liée à la présence de l'ophite, mais de l'ophite déjà consolidée agissant comme une masse dure qui serait emballée dans des couches relativement plastiques.

V. — Coupe au niveau de la Remise (fig. 16).

(entre Lassur et Albiès).

- d. — *Schistes carburés inférieurs* formant la petite plaine de la Remise.
 e. — *Calcaire métallifère* longeant la voie ferrée ; mêlé de schistes verts

contournés. Un peu en aval du pont de Vèbre, on peut voir des calcaires bariolés analogues à ceux qui, à Lassur, ont été attribués au dévonien supérieur. On distingue dans leur masse de gros filons et des amas irréguliers de calcaire de nature différente. Ceci prouve, une fois de plus, que ces calcaires bariolés sont des calcaires siluriens modifiés par des actions hydro-thermales. La proximité de l'ophite semble justifier, d'autre part, l'opinion émise par François et Leymerie, à savoir que ces imprégnations métallifères étaient liées à la présence de cette roche éruptive, et cela avec d'autant plus de raison que l'oligiste l'accompagne fréquemment.

f. — *Schistes carburés supérieurs.*

VI. — Coupe entre Verdun et le Pech des Cabannes.

(Fig. 17).

a. — *Gneiss, micaschistes et schistes micacés.*

b. — *Schistes satinés, pétrosiliceux par places.*

c. — *Quartzites et schistes siliceux rubanés.*

d. — *Schistes carburés inférieurs.*

e. — *Calcaire métallifère du Pech (partie haute de la montagne).*

Schistes verts d'Albiès, fibreux et presque bacillaires; parfois grisâtres.

Calcaire métallifère du Pech Saint-Pierre, renfermant, le long de la voie ferrée, entre Albiès et les Cabannes, des poches remplies d'oligiste écailleux, pulvérulent; on y a aussi signalé de la galène et de la belle fluorine.

f. — *Schistes carburés supérieurs se montrant au nord du Pech; ils descendent au hameau de Barri, entre les Cabannes et Verdun, où on les voit au bord même du pont.*

h. — *Calcaires rougeâtres; peu visibles.*

j. — *Calcaires jurassiques de Verdun analogues à ceux de Causou et du long chaînon qui borde constamment, depuis Luzenac, la rive droite de l'Ariège. M. Pouech a constaté qu'ils sont recouverts par le lias moyen fossilifère.*

VII. — Coupe entre Sinsat et Labail d'Aston (fig. 48).

La vallée d'Aston se détache de la vallée de l'Ariège aux environs des Cabannes et remonte vers le sud jusqu'à la frontière; sa longueur considérable, sa disposition transversale par rapport à la chaîne permettent de vérifier ici tous les documents géologiques que nous a donnés l'étude de la vallée principale. Dans sa partie haute, la vallée d'Aston est presque entièrement entaillée dans des massifs cristallins (granites et pegmatites) ou cristallophylliens (micaschistes et gneiss); ce n'est que dans le bas, au voisinage de son débouché, que se montrent les terrains paléozoïques.

La section supérieure qui arrive en vue du village d'Aston, présente, avec un large développement, une série analogue à celle que nous avons trouvée au sud d'Ax, vers Mérens et l'Hospitalet. Tout près de la frontière est un système schisto-calcaire, analogue à celui du lac de Naguille, que Seignette a suivi avec beaucoup de soin dans ces parages inhospitaliers; il est adossé, du côté de l'Andorre, à un massif primordial qui représente celui qui se montre entre Mérens et l'Hospitalet; par delà ce massif, on trouverait la série paléozoïque du Rialp, analogue à celle de Puymorens, mais plus complète. Du côté nord, le système schisto-calcaire s'appuie sur un massif primordial très développé, prolongement de celui d'Orgeix et d'Orlu. En aval est une lisière intéressante de roches cristallines, granites et surtout pegmatites, identiques à celles d'Ax-les-Bains; la similitude de ces horizons pétrographiques, la présence d'eaux sulfureuses (fontaine froide de Saint-Martin), l'identité des relations stratigraphiques, tout s'accorde pour prouver que la vallée d'Aston et celle de l'Ariège, distantes l'une de l'autre de 40 kilomètres environ (au niveau de Mérens), ont une structure semblable. Déjà MM. Garrigou et Seignette avaient appelé l'attention sur ce point.

La section inférieure de la vallée, comprise entre la fontaine Saint-Martin et les environs des Cabannes, présente la série qui se développe au nord d'Ax, série dont nous avons vu, d'ailleurs, la continuité le long de la vallée de l'Ariège.

La coupe suivante longe d'abord la rivière d'Aston depuis la source sulfureuse jusqu'au pied du château de Gudanes; elle franchit ensuite la montagne qui s'élève au-dessus du pont Saint-Martin, et aboutit entre Aulos et Sinsat au pied des escarpements calcaires et dolomitiques qui dominent la rive droite de l'Ariège.

En descendant l'Aston depuis le hameau de Labail, on trouve successivement :

- a. — *Gneiss et micaschistes*, surtout développés en amont de Labail, avec granites quartzeux et pegmatites, au voisinage desquelles vient émerger la source sulfureuse froide de Saint-Martin.
- b. — Au contact du granite, et avant le moulin de la Ferrière, *schistes micacés pétrosiliceux* et schistes micacés avec prismes aciculaires, mais très petits, de tourmaline; aussi schistes satinés quartzifères, souvent mordorés à la surface. C'est là l'horizon des schistes de Savignac.
- c. — Plus bas, *schistes quartzeux et quartzites alternant avec des phyllades*. C'est la zone des schistes rubanés du Castelet.
- d. — *Schistes argileux inférieurs*, correspondant à une zone de dépression comblée par des alluvions. Cette bande passe au village d'Aston.
- e. — Puissant *système de calcaire métallifère* blanc ou roussâtre avec bavures dolomitiques, dans lequel sont ouvertes les mines de fer

hydroxydé de Larcat et de Château-Verdun, donnant de l'hématite concrétionnée comme à Rancié ; en outre, traces de blende, de sidérose, de pyrites cuivreuses et de pyrites de fer ; le spath brunissant, souvent manganésifère, y est assez abondant. Comme à Rancié et à Lercoul, le manganèse oxydé occompagne le minerai.

Schistes argileux vert clair, à dendrites de manganèse, développés sous le château de Gudanes et à la forge de Château-Verdun. C'est dans leur sein qu'est ouverte la galerie de mines qui va chercher dans le calcaire métallifère le fer concrétionné. Ces schistes, parfois gris-clair ou gris-cendré, sont mêlés de plaquettes calcaires et veinulés par du spath. C'est l'horizon des schistes d'Albiès.

Par la montagne que domine la chapelle de Saint-Barthélemy (au nord de Larcat) passe un *calcaire métallifère* correspondant à un niveau plus élevé que celui de Larcat. C'est l'horizon du calcaire du Pech des Cabannes, celui aussi du Pech Saint-Pierre et de Lassur. Il forme un massif rugueux de teinte roussâtre s'élevant en abrupts au-dessus du confluent de l'Aston et de l'Ariège.

f. — Par delà, *schistes argileux de Sinsat et d'Aulos* carburés par places, correspondant à une zone de dépression.

J. — Sur la rive droite de l'Ariège, escarpements blanchâtres dénudés, formés par les *calcaires et dolomies du jurassique*.

Les terrains secondaires de cette partie de l'Ariège ont été étudiés avec soin par M. Pouech ; il en a donné plusieurs coupes relevées avec la scrupuleuse exactitude qu'il apporte à ses travaux.

Conclusions. — Il ressort de cette étude détaillée de la vallée de la Haute-Ariège, que la *succession est constamment la même*.

Avant de suivre les diverses zones dans le bassin de Vicdessos, dans le Haut-Salat et la Haute-Garonne, nous allons examiner quelle est la structure de la vallée de l'Ariège en aval des Cabannes.

3° VALLÉE DE L'ARIÈGE (de Tarascon à Foix).

De Tarascon à Foix, la vallée est presque constamment ouverte dans des roches cristallines granitoïdes relevant, en grande partie, du terrain primordial ; c'est seulement à peu de distance du chef-lieu que les formations paléozoïques apparaissent, mais elles sont loin d'acquérir le développement que nous leur avons trouvé entre Ax et les Cabannes. Elles butent directement vers le nord contre les terrains secondaires du chaînon du Plantaurel, au pied duquel est creusée la dépression dite « fossé de Flamichon. » Par exception, à Foix, un pointement de granite-gneiss est interposé entre les terrains secondaires et les terrains anciens.

Nous nous proposons d'étudier cette partie de la vallée à l'aide de deux coupes transversales : l'une prise sur la rive gauche, l'autre

sur la rive droite de l'Ariège; deux autres coupes de détail relatives l'une à la région de Mercus, l'autre aux environs de Saint-Antoine, compléteront les données fournies par les deux coupes principales.

Coupe de Tarascon à Foix (fig. 20).

(Rive gauche de l'Ariège)

Cette coupe suit de près la rive gauche de l'Ariège depuis Tarascon jusqu'à Foix, à travers le massif de Montoulieu et du Picou. Elle fait connaître les terrains cristallophylliens d'Arignac et de la Barguillère, séparés par un petit bassin paléozoïque.

M. Garrigou et plus tard M. de Lacvivier, ont donné une coupe des cipolins d'Arignac; ce dernier a décrit, en outre, les terrains anciens des environs de Ferrières; d'autre part, l'éminent professeur de Lille, M. Gosselet, a signalé quelques particularités sur ce terrain à propos d'une exploration rapide qu'il fit dans la Barguillère, lors du Congrès géologique de Foix.

Voici quelle est la nature des assises depuis les carrières de gypse d'Arignac jusqu'à Foix :

- a. — *Gneiss et granite d'Arignac*. — Gneiss gris à mica noir; il est dirigé E.-O. et plonge vers le nord.

Granite gneissique du Calvaire, à mica noir et à grains moyens, très feldspathique, analogue à celui de Castillon et de Bethmale. Il tend au gneiss granitoïde.

Du gneiss à mica noir vient ensuite, suivi de près par du granite à mica noir, puis par du gneiss dirigé E.-O. et plongeant vers le nord comme le précédent.

- b. — *Calcaires intra-granitiques d'Arignac*. — Au nord du Calvaire d'Arignac on trouve, intercalée entre le granite et le gneiss, une série calcaire qui rappelle celle qui se montre entre Orlu et Naguille. L'ensemble a plus de cent mètres d'épaisseur. M. Garrigou en a déjà donné une coupe détaillée, mais passant sans doute plus à l'est; M. de Lacvivier a aussi insisté sur ce gisement qu'a visité la Société géologique de France lors du Congrès de Foix.

Voici la succession que j'ai remarquée au nord du Calvaire :

Calcaire cristallin blanc, riche en cristaux verts très petits (tourmaline?); d'abord grenu et friable, puis lamellaire et cohérent; des granules jaunes se trouvent aussi dans sa masse.

Calcaire cristallin rubané, présentant de nombreuses lamelles de graphite. La roche est blanche, mais nuancée de gris et de jaunâtre.

Calcaire cristallin à graphite, blanc ou gris bleuté.

Calcaire cipolin à mica jaunâtre et bronzé. On y trouve, en outre, des cristaux blancs, prismatiques et des granules jaunes à éclat vitreux.

FIG. 20. — COUPE DE LA RIVE GAUCHE DE L'ARIÈGE ENTRE TARASCON ET FOIX

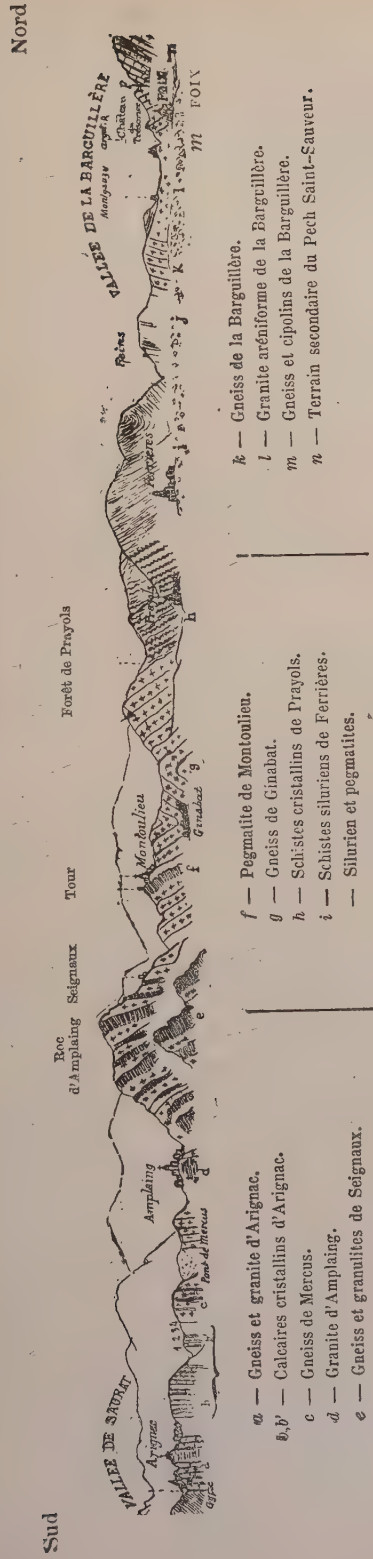
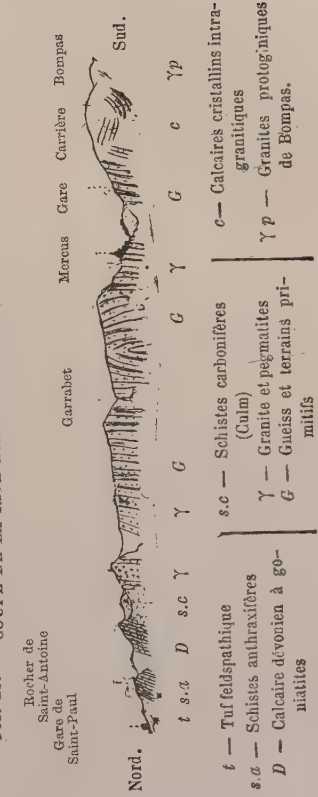


FIG. 21. — COUPE DE LA RIVE DROITE DE L'ARIÈGE EN AVAL DE TARASCON



Calcaire jaunâtre à feldspath lamellaire. Cette roche rappelle certaines variétés de calcaire cristallin que j'ai trouvées dans les mêmes conditions à Sorède (Pyrénées-Orientales).

Calcaire lamellaire, avec cristaux tantôt gris d'acier tantôt d'un rouge sombre, à éclat adamantin, appartenant au titane rutile.

Calcaires et dolomies ferrifères, couleur café au lait; la surface, jaune sombre, est recouverte, par disparition d'une partie du calcaire, de petites masses cristallines d'un jaune cireux ou résineux à éclat très vif.

Calcaire grenu, friable, saccharoïde, moucheté d'une infinité de granules cristallins : limonite épigène, graphite écailleux, quartz, grains jaunes, granules noirs, mica jaune clair, phyllite blanc nacré.

À ces calcaires succède du *gneiss gris*, grossièrement feuilleté. Vient ensuite du calcaire largement lamellaire, blanc, marbré de jaune et de marron, avec nombreux cristaux, rutile, pyrite blanche ou jaune, granules vert bouteille, granules gris d'acier (rutile?), grains noirs, etc.

Dans la plupart de ces calcaires, les cristaux sont très petits; aussi, malgré leur nombre, peuvent-ils échapper facilement à l'observation. Pour constater l'existence de certains d'entre eux, il a été indispensable de dissoudre la roche; après des lévignations successives, le résidu de cette attaque a été examiné à la loupe et parfois au microscope, en s'aidant de la lumière polarisée.

b' — Calcaires cristallins et amphibolites. — Au-delà du monticule calcaire et sur un point où le chemin d'Amplaing envoie, avant de gravir une côte, une ramification vers la gauche, on peut observer la présence simultanée, sur un même endroit, de roches calcaires, de pegmatites et d'amphibolites. Le long de cet embranchement on trouve tour à tour :

1° Calcaire cristallin ponctué de vert et calcaire lamellaire.

2° Banc d'amphibolite avec asbeste et épidote, en filon-couche. — Rappelle, par places, la roche de Cabre (vallée de Vicdessos). Les nombreux blocs disséminés le long du chemin d'Amplaing et sur les flancs de la montagne, blocs atteignant parfois plus d'un mètre d'épaisseur, permettent d'étudier aisément ses caractères. Ces masses, à texture granitoïde dans le détail, offrent dans l'ensemble une disposition zonale des mieux accusées : ce sont des rubans alternatifs, tantôt jaunes ou vert pistache (épidote), tantôt vert sombre (amphibole), correspondant, quand on les examine isolément, les uns à une épidotite, les autres à une amphibolite. Le feldspath y est rare; la calcite, au contraire, très commune, soit en petites masses dans les cavités de la roche, soit en mélange assez intime avec elle pour la rendre effervescente; elle provient probablement d'actions secondaires. Au premier abord la roche se confond aisément avec l'ophite.

3° Au contact, pegmatite avec lamelles accidentelles de chlorite; elle prend un faciès protoginique.

4^o Cette roche se rattache à un gros filon de pegmatite ordinaire, sans chlorite, mesurant 6 à 8 mètres de puissance. Il devient, par suite, évident que la roche précédente n'est qu'une modification de celle-ci. Cette modification est, selon toute apparence, liée à la présence de l'amphibolite, puisqu'elle ne se produit que sur la zone de contact; mais elle peut s'expliquer de deux manières différentes : ou bien la pegmatite, déjà consolidée, a été modifiée par l'amphibolite venue après elle (action exomorphique), ou bien, au contraire, la pegmatite s'est épanchée après l'amphibole et a été modifiée, lors de son épanchement et avant que sa consolidation fût complète, par le simple contact de cette roche basique (action endomorphe).

C'est cette dernière explication qui me paraît la plus vraisemblable. Dans les Pyrénées, en effet, l'amphibolite est subordonnée aux autres termes du terrain primitif, avec lesquels elle alterne et auxquels elle passe lithologiquement. La pegmatite, au contraire, malgré sa disposition fréquente en bancs ou plutôt en pseudo-bancs qui ne sont autres que des filons-couches, affecte toujours l'allure d'une roche éruptive; elle est transverse par rapport aux dépôts et s'en détache de la façon la plus nette; elle recoupe non-seulement le terrain cristallophyllien, mais encore le terrain archéen et le silurien; elle est donc, *à priori*, postérieure à l'amphibolite.

Sa présence dans les calcaires cipolins n'a rien qui doive nous étonner. Pourquoi ne traverserait-elle pas ces roches, lorsque dans ce massif de Mercus et de Montoulieu nous la voyons émettre une multitude de filons au sein des schistes cristallins du terrain primitif qu'elle pénètre de la façon la plus intime ?

- c. — *Gneiss du Pont de Mercus.* — A cette série calcaire fait suite, après quelques micaschistes, le gneiss du Pont de Mercus, tantôt chloriteux, tantôt gris à gros éléments, imprégné de grenats roses comme dans le haut de la vallée de Bethmale. Il est traversé par des filons de granite et de pegmatite verdâtre.
- d. — *Granite gris d'Amplaing.* — Granite gris, à mica noir, d'Amplaing, habituellement en gros blocs polyédriques visibles sous l'église même de ce village.
- e. — *Gneiss et granulite de Seignaux.* — Vers Seignaux se trouvent des gneiss injectés de nombreux filons de pegmatite et de granulite à mica blanc.
- f. — *Pegmatite de Montoulieu.* — Le gneiss continue vers Montoulieu avec les mêmes caractères. Sous la tour qui domine le village du côté de l'Ariège se trouvent d'énormes filons de pegmatite blanche ou grise, très riche en feldspath; des grenats d'un rose très vif sont disséminés dans sa masse. La pegmatite partage la stratification du gneiss et renferme parfois des lamelles de mica blanc qui, par leur alignement, lui donnent un faux air de roche stratifiée.
- g. — *Gneiss de Ginabat.* — Au-delà de Montoulieu et en particulier à Ginabat, le gneiss de Seignaux reparaît, présentant un certain nom-

bre d'ondulations. Il est traversé par de gros filons de quartz blanc laiteux.

- h. — *Schistes cristallins de Prayols*. — Au voisinage de Prayols se montrent des schistes semi-cristallins, de couleur verdâtre ou rougeâtre. Plus bas, et sur le bord même de la route, on peut voir un grand affleurement de ces schistes que recoupent des filons de quartz pyritifère. Ils paraissent être sur le niveau de l'archéen et du cambrien.
- i. — *Schistes siluriens de Ferrières*. — Les dépôts sont en grande partie masqués par une moraine puissante, développée surtout entre Saint-Antoine et Foix. Au bas du ruisseau qui débouche dans l'Ariège, un peu en aval de Ferrières et vers le hameau de Reins, se montrent des grauwackes schisteuses, des schistes ampéliteux ternes et terreux que traversent de gros filons de roches feldspathiques : les schistes sont, dans le détail, très clivés et fortement contournés. M. Roussel a signalé dans ces parages des schistes carbonifères.
- j. — *Schistes rubanés*. — Après Reins, on aperçoit des roches feldspathiques à rubans ondulés, partageant les contournements des assises ; ce sont, en grande partie, les roches correspondant à la série de Prayols.
- k. — *Gneiss de Montgauzy*. — Avant d'arriver à Montgauzy, on trouve un gneiss à grain assez fin dont les bancs plongent vers le sud. Un peu plus vers l'ouest, ce gneiss supporte un lambeau de schistes rappelant ceux de Ferrières.
- l. — *Arènes granitiques de Montgauzy*. — Vers Montgauzy se montrent, surtout à l'état d'arènes, des masses de granite à mica noir.
- m. — *Gneiss et cipolins de Barguillère*. — En descendant vers Foix, le sous-sol, en grande partie caché par des amas diluviens, est constitué par du gneiss et du granite, parfois même par du gneiss granitoïde. Dans ces roches granitiques, M. de Lacvivier a signalé quelques intercalations de calcaires cipolins, notamment à Caussou, à Saint-Martin-de-Caralp et sur la rive gauche de l'Arget, au quartier du Moulinéry.

Jurassique et crétacé du Pech-Saint-Sauveur. — Vers le château du Trésorier, la formation, essentiellement primordiale, de la Barguillère bute contre les calcaires secondaires de Saint-Sauveur ; le contact semble avoir lieu par faille, car il y a discordance très marquée en direction et en plongement.

Coupe entre Saint-Paul et Bompas (fig. 21 et 22).

(Rive droite de l'Ariège)

Après le terrain diluvien de Saint-Paulet, masquant une faille entre les terrains secondaires et les terrains paléozoïques, on trouve tour à tour le long de la route nationale :

- t. — *Roche de Saint-Antoine*. — Roche singulière, regardée longtemps comme ophte, quoiqu'elle ne lui ressemble guère que par la couleur ; elle forme des bancs grossiers fortement clivés, dont la puissance

totale dépasse 150 à 200^m; M. de Rouville l'a comparée à la roche de Gabian (Hérault); M. Michel-Lévy, qui en fait l'examen microscopique, y voit « un tuf à éléments élastiques, décomposé, ressemblant beaucoup à certains tufs du Culm dans le Morvan et le Beaujolais (1). »

s.a. — *Schistes noirs anthraxifères*. — Au-dessous viennent des schistes noirs à nodules, renfermant des phanites; cette couche, épaisse de 10 à 15^m, est surtout visible avant le pont du chemin de fer, et aussi au-delà, le long de la route où elle forme de grosses masses noires, efflorescentes, dont on a dû prévenir la chute par des murs de soutènement; on en voit aussi des traces sur le côté nord de la carrière ouverte plus loin dans les marbres dévoniens. Pendant longtemps on a

Fig. 22. — ENVIRONS DU ROCHER SAINT-ANTOINE

(Vue prise du côté Sud)



vu dans cette assise charbonneuse un représentant des schistes carbonifères siluriens, d'autant plus qu'elle paraissait flanquée de deux bandes symétriques de calcaires dévoniens, dont elle formait, en quelque sorte, la clef de voûte. Mais en examinant de plus près, on s'aperçoit que cette bande schisteuse, au lieu d'être inférieure aux calcaires dévoniens, est toujours placée entre la roche de Saint-Antoine et ces calcaires; elle se montre toujours au nord du dévonian, soit avant et après le rocher de Saint-Antoine, soit à la carrière de marbre. Cette couche est donc supérieure aux griottes: pour M. de Rouville elle est analogue à la roche de Cabrières et de Neffiès. Quelque chose de semblable se présente au-dessus des griottes de Cierp (Haute-Garonne). Je suis porté à y voir l'équivalent des schistes anthraxifères.

D. — *Calcaires à goniattites*. — Par delà ces schistes noirs, on trouve, formant le rocher de Saint-Antoine, qui est en surplomb sur la route nationale, des griottes et autres calcaires dévoniens à goniattites, orthocères et encrines, exploités cent mètres plus haut dans une carrière ouverte au bord de la route; les calcaires, généralement très cristallins et versicolores, sont, en certains points et surtout au nord de la carrière, lardés de barytine spathique mêlée à des traces de

(1) B. S. G. de France, 3^e série, t. X (1882), p. 554.

cuivre. En observant la direction des bancs, on peut se rendre compte de ce fait, c'est que le dévonien du rocher Saint-Antoine et celui de la carrière ne forment pas, comme on le croyait, les deux ailes d'un pli occupé à son centre par les schistes noirs ; en réalité, c'est la même bande toujours flanquée au nord par les schistes anthraxifères.

- s. c. — *Schistes carbonifères*. — On devrait s'attendre à trouver au-delà le dévonien inférieur et le silurien. Mais rien de tel ne se montre ; il est vrai qu'une moraine puissante masque le sous-sol ; il est probable que ces terrains se trouveraient en marchant vers l'est. En s'élevant sur la colline qui domine la carrière, on rencontre, le long d'un petit chemin qui va vers Saint-Paul, des schistes argileux roussâtres, manganésés, en discordance transgressive par rapport aux calcaires dévoniens. M. Roussel (1), qui en a fait mention, les place sur la continuation de la série de Larbont, bien qu'ils ne renferment pas ici de fossiles : ce serait donc l'horizon des schistes à productus que M. Lartet (2) considère comme représentant le culm.

- γ. — *Pegmatite*. — Au-dessus de la moraine granitique, très largement développée sur les bords mêmes de l'Ariège, se dresse un escarpement rugueux, aride, formé de roches blanches, cristallines au plus haut degré ; bien qu'on y trouve des parties schisteuses, ce qui prédomine c'est la pegmatite et le granite à mica blanc ; le feldspath y est à gros éléments et le mica s'y présente en larges lamelles empilées.

- G. — *Gneiss et micaschistes*. — De ce point jusqu'à Mercus, s'étend exclusivement le terrain primordial constitué par des gneiss et des micaschistes ; d'énormes filons de pegmatite, habituellement kaolinisée, traversent ces couches. Cette roche éruptive, souvent chargée de belles tourmalines noires atteignant de grandes dimensions, se montre surtout entre les bornes kilométriques n° 45 et n° 46, et, aussi, sous le village même de Mercus où elle a donné lieu, pendant quelque temps, à une exploitation de kaolin. Ces filons, remarqués depuis longtemps, se retrouvent sur la rive gauche de l'Ariège, et plus particulièrement aux environs de Montoulieu et de Seignaux, où ils forment, sur les flancs de la montagne, de larges trainées blanchâtres. La pegmatite, avec ses roches congénères, constitue des dikes, des promontoires rugueux et escarpés, tendant à rétrécir la largeur de la vallée, tandis que les roches servant de matrice, gneiss et micaschistes, prêtant à l'érosion et aux actions atmosphériques une prise plus facile, forment habituellement des masses en retrait, grossièrement arrondies, couvertes de bois et de pâturages.

- c. — *Cipolins et roches basiques de Mercus*. — Quand on a dépassé Mercus, le terrain primitif se poursuit encore et cela jusqu'aux environs de Tarascon, où il est recouvert par des sédiments du terrain secondaire. Mais un peu en amont de la gare, un élément nouveau s'introduit dans la série : ce sont des masses assez considérables de calcaires

(1) *Op. cit.* (p. 104, Analyse critique).

(2) *Op. cit.* (p. 103, Analyse critique).

cristallins, exploités dans une carrière nettement visible depuis la voie ferrée. M. Garrigou (1), en 1867, en a levé une coupe ; j'ai découvert plus haut, dans la montagne, vers l'est, une intercalation curieuse de roches basiques ; pour ce motif, je crois devoir en donner, à part, une description détaillée, plus complète (voir coupe de la carrière de Mercus, fig. 23).

G' — *Gneiss*. — Au-delà, reparaît le gneiss, traversé ça et là par du granite. La roche, fréquemment grenatifère, ressemble à celle que nous verrons dans la vallée de Bethmale, entre Bordes et le port de Quore. Quelques filons de diorite se montrent en divers points. Le gneiss est souvent traversé par du quartz ferrugineux.

γ.p. — *Granite protoginique*. — Sur la zone de contact du gneiss et des terrains secondaires, et plus particulièrement entre Bompas et les premières maisons de Tarascon, on peut voir, tout le long de la route, des escarpements formés d'une sorte de pegmatite à feldspath rose, imprégné de chlorite. Durocher (2), qui l'a analysée, la considérait comme une protogine ou plutôt un granite protoginique. Nous avons vu déjà cette roche sur l'autre rive de l'Ariège, entre Arignac et Amplaing, où nous avons constaté qu'elle se rattachait, un peu plus loin, à une pegmatite ordinaire. Dans cette dernière localité, ce serait une pegmatite métamorphique, changée en granite protoginique, par l'influence des masses amphiboliques qui sont en contact immédiat.

Coupe de la carrière de Mercus (fig. 23).

La deuxième partie de cette coupe a été levée à la carrière même, à mi-chemin de Mercus et de Bompas, à quelques mètres au-dessus du niveau de la vallée. La première a été prise un peu plus haut, le long d'un sentier qui, partant de la carrière, gravit les pentes raides de la montagne. Tandis que la carrière ne donne guère qu'une succession assez monotone de calcaires cristallins, on peut voir, sur ce dernier point, des alternances curieuses de calcaires, de pegmatites et de roches basiques, surtout de la série amphibolique, qui avaient passé inaperçues.

Si on marche du nord au sud, à partir de Mercus, par un chemin de hauteur parfois simple sentier, longeant la vallée, on trouve pendant longtemps des *gneiss et des micaschistes* (a), traversés par des pegmatites

Puis se montrent les calcaires cristallins :

b. — *Calcaires cristallins*. — C'est d'abord un calcaire jaune ou blanc sale, faiblement nacré, lamellaire, très cristallin, taché en jaunâtre par des

(1) *Op. cit.* (Analyse critique, p. 52 : Etude du terrain stratifié...)

(2) *Op. cit.* (Analyse critique, p. 20).

oxydes de fer; la pyrite s'y montre surtout à l'état de limonite épigène, de couleur noire. Sur les parties altérées par le contact de l'air on distingue des lamelles blanches, nacrées, de mica potassique. C'est donc un véritable cipolin, mais pauvre en phyllites. Il renferme aussi du graphite et des granules brunâtres à éclat résineux, fusibles en émail gris et faisant feu au briquet.

b'. — Puis on trouve un calcaire dolomitique, zoné de matière pétrosiliceuse résultant, d'après des observations faites en d'autres points, de l'action des pegmatites. Ces zones, se répétant à intervalles très rapprochés, sont tantôt blanc sale ou jaune, et à cassure grenue, quand il s'agit du calcaire; tantôt gris livide et à cassure compacte, quand elles sont formées de matière pétrosiliceuse.

b''. — Au-delà la roche passe à un calcaire livide, très apparenté au précédent, ondé comme lui de rubans siliceux ou pétrosiliceux; mais il est plus cristallifère et montre des parties pétrosiliceuses plus accumulées.

Les couches calcaires ci-dessus décrites correspondent à une épaisseur de 25 ou 30 mètres; mais elles s'étendent bien au-delà de cette limite dans la direction du nord, autant qu'on peut en juger par la nature des éboulis.

c. — *Pegmatite protoginique*. — Au contact immédiat et semblant concorder avec le calcaire, se montre une belle pegmatite à gros éléments. Le quartz est souvent d'un beau rose; le feldspath, blanc laiteux ou rouge chair. Comme éléments accidentels, on trouve par places du mica noir et du mica vert passant par altération à de la chlorite; on n'y aperçoit ni mica blanc ni tourmaline; c'est donc une pegmatite anormale, malgré la disposition pegmatoïde des éléments, feldspath et quartz, qui la constituent. Cette roche se rapprocherait du granite à gros éléments; mais le mica noir et la chlorite, malgré leur abondance, y sont à l'état sporadique; de plus, ils enveloppent les autres éléments; ce sont donc des éléments de formation secondaire. Quelques cristaux de pyrite s'y montrent aussi. Cette pegmatite est sinon identique, au moins analogue à la roche protoginique de Tarascon et à celle des cipolins d'Arignac. Comme dans cette dernière localité, elle est en contact immédiat avec une amphibolite. Ceci vient corroborer l'idée précédemment émise, que c'est là une pegmatite ordinaire modifiée par son passage sur la lisière de roches amphiboliques. Sur les bords même, elle passe à un véritable granite, vu l'abondance du mica noir, mais ce mica est de formation secondaire.

d. — *Roches basiques*. — La roche précédente, épaisse d'un mètre environ, est juxtaposée à des roches noires, zonées de parties blanchâtres. Quoique variées dans leur composition et leur texture, et cela à quelques centimètres de distance, elles rentrent surtout dans le type des amphibolites du terrain primitif. Voici les variations qui se montrent sur trois ou quatre mètres d'épaisseur :

Amphibolite schisteuse, très nette, faiblement micacée (probablement par altération de l'amphibole).

Amphibole compacte, à structure zonaire et rubanée.

Diorite schisteuse, rubanée. Ici le feldspath se montre nettement. Plus loin, le feldspath augmente de plus en plus; la roche, d'abord noire, puis noir moucheté de blanc, devient plus claire; puis l'amphibole finit par disparaître ou ne se montre plus que rarement.

Ensuite la roche redevient largement granitoïde, quoique toujours zonée; elle montre des cristaux noirs d'amphibole sur un fond gris verdâtre.

Rappelons ici qu'une roche amphibolique se trouve aussi entre Arignac et Amplaing, dans les cipolins et au contact d'une pegmatite protoginique; les relations et les circonstances de gisement sont donc absolument identiques. Toutefois, le type de cette roche basique est un peu différent: sur la rive gauche de l'Ariège, l'amphibole pré-



Fig. 23. — COUPE DE LA CARRIÈRE DE MERCUS

domine, verte plutôt que noire; l'épidote y est très abondante, tandis qu'aux environs de Mercus elle ne s'y montre guère; par contre, ici l'élément feldspathique est plus largement répandu. Dans les deux cas la roche présente une disposition zonaire très accusée; la première ressemble surtout à une ophite, la seconde à une amphibolite.

- e. — *Calcaire cristallin*. — Au-delà, après un court intervalle dans lequel le sous-sol n'est pas visible, reparaissent des calcaires jaunâtres, analogues à ceux trouvés au début, présentant par places aussi des accidents de matière verte en minces veinules. Le pendage, jusque-là dirigé vers le nord, change de sens. Les couches que nous allons voir plongent, sauf quelques perturbations de détails, vers l'est sous une incidence assez faible.
- f. — *Amphibolite*. — La roche amphibolique se montre encore de nouveau, mais avec une épaisseur bien moindre.
- g. — *Calcaire cristallin*. — Puis encore le calcaire cristallin, avec une puissance de quatre à cinq mètres.

h, i, k. — *Alternances de pegmatite et d'amphibolite.* — Sur une épaisseur de quelques mètres, se montrent des alternances singulières de pegmatite et de roche amphibolique :

Pegmatite tourmalinifère, chloritée, 50 centimètres.

Alternances de pegmatite et de roche amphibolique, 1 mètre.

Pegmatite porphyroïde, 50 centimètres.

Roche amphibolique en bancs réglés.

Pegmatite porphyroïde.

Ces prétendues alternances ne sont probablement que des injections de pegmatite à travers les bancs d'amphibolite : la roche éruptive a dû subir une action endomorphe qui l'a chargée de chlorite ; à son tour elle a dû exercer une action exomorphe sur l'amphibolite.

m. — *Calcaires cristallins.* — Au-delà se montrent des calcaires cristallins analogues à ceux déjà vus.

Si nous descendons ensuite vers la carrière, c'est-à-dire à 50^m plus bas environ, nous trouverons une masse considérable de calcaires cristallins, variés comme teinte et comme composition, mais dans lesquels il est difficile d'établir des zones bien distinctes. Nous indiquerons, néanmoins, leurs divers faciès, pour montrer combien varient, par leur texture et leurs minéraux accidentels, ces calcaires de la série primitive. Dans l'ensemble, ce sont des masses blanchâtres, nuancées de gris cendré, de jaunâtre ou de gris bleuâtre, avec des rubans de diverses couleurs qui accusent bien la stratification, et montrent qu'ici aussi se montre la structure zonaire, en quelque sorte caractéristique des terrains primitifs. Dans le détail, on a, en allant du nord vers le sud, la succession suivante :

- n.** — Calcaire blanchâtre ; calcaire lamellaire blanc, marbré de teintes roussâtres ; calcaire ferrifère à larges lamelles ; calcaire magnésien ; calcaire blanc sale, moucheté par de la limonite épigène.
- o.** — Calcaire lamellaire gris à calcite striée ; calcaire blanc largement lamellaire et spathique ; zone rougeâtre, très cristallifère, formée de calcaire pétri de mica jaunâtre (éléments accidentels : pyrite jaune, pyrite magnétique, graphite) ; calcaire blanchâtre avec rares prismes de tourmaline brune striée ; calcaire gris sombre avec mica jaunâtre ; calcaire gris ; petite veine de pyrite parallèle aux couches.
- p.** — Calcaire vert clair ; veines jaunâtres à mica jaune et mica vert ; calcaire blanc cristallin.

Dans la carrière, j'ai trouvé encore, mais non en place, des calcaires à tourmaline verte, spath brunissant, et nombre d'autres variétés.

Conclusions. — En somme, sauf quelques assises paléozoïques traversant l'Ariège au niveau de Saint-Antoine, la région comprise entre Tarascon et Foix est constituée par des masses considérables de terrain primordial, exceptionnellement riches en filons granulitiques et en calcaires primitifs.

4^e VALLÉE DE VICDESSOS ET ANDORRE

Par sa disposition géographique, la vallée de Vicdessos est comparable à celle de l'Ariège en amont de Tarascon ; dirigées toutes deux nord-sud dans leur partie haute, elles prennent ensuite plus loin une direction oblique par rapport à la chaîne, l'Ariège s'infléchissant vers l'ouest, le Vicdessos vers l'est ; de plus, elles recoupent exactement les mêmes massifs géologiques et ont la même structure.

La vallée de Vicdessos sera étudiée à l'aide d'une coupe levée entre Vicdessos et la frontière ; nous la prolongerons à travers l'Andorre.

Coupe de la vallée de Soulcen (Haut-Vicdessos) (fig.24).

(Prolongée à travers l'Andorre.)

Cette grande coupe, dirigée N.-S., part de Vicdessos ou plutôt du massif granitique des Trois-Seigneurs, remonte la longue vallée d'Auzat qui, dans sa partie haute, porte le nom de Soulcen, et après avoir franchi la frontière au port d'Arensal, descend le long de l'Arensal, du Rialp et de l'Embalire, jusqu'à la Andorra-la-Vieille.

En allant du nord au sud, la succession est la suivante :

- a. — *Granite du massif des Trois-Seigneurs*, passant fréquemment à la pegmatite ; de très belles tourmalines y ont été recueillies en divers points (étang d'Arbu, étang Bleu, Lapège, etc.).
- b. — *Gneiss et granite gneisseux d'Orus*, formant généralement la lisière du granite ; aux environs d'Illier, il renferme du calcaire cristallin.
- c. — *Calcaire cristallin*, souvent dolomitique, prenant, plus à l'ouest, vers l'étang de Lherz, un large développement ; c'est le prolongement de la bande jurassique de Verdun.
- d. — *Lherzolite de Porteteny*, formant, dans le calcaire cristallin, une enclave légèrement transverse, de 60 à 100^m d'épaisseur. Dans la zone de contact se trouvent des brèches de friction renfermant à la fois de la lherzolite et du calcaire.
- e. — *Calcaire jaunâtre* à cassure esquilleuse.
- f. — Après le diluvium du torrent de Suc, on trouve, sur la route de Vicdessos à Auzat, une *formation de schistes et de calcaires* représentant probablement la base du jurassique :
 1. — Calcaires et calschistes bleuâtres ;
 2. — Calcaire gris ;
 3. — Brèche schisto-calcaire, englobant dans un ciment calcaire des fragments de schistes noirs froissés que nous trouverons en place plus loin, particularité montrant que nous descendons dans la série des terrains ;
 4. — Schistes et calschistes ;

5. — Schistes noirâtres froissés, analogues aux fragments englobés dans la brèche n° 3 ; veinés de calcaire spathique.
6. — Alternances de calschistes et de schistes en bancs très nets, un peu ondulés dans le sens de la direction.
- La direction générale est N.-N.-O. — Le pendage est habituellement nord, mais les couches sont très relevées.
- g. — Au-delà du chemin de Saleix, même *système de schistes et de calschistes*, avec grandes surfaces de calcaire polies et striées par l'action glaciaire. A Auzat, D=E.-O. — Pendage de 65 à 70° vers le sud.
- h. — *Calschistes pyritifères d'Auzat*, avec bancs schisteux. C'est là, apparemment, la continuation des grandes masses siluriennes qui se développent par delà le port de Saleix, dans les hauts vallons d'Aulus; la richesse de cette zone en minerais divers (blende, pyrites, oxydes de fer), indique, d'autre part, que c'est comme un écho, mais un écho atténué, du calcaire métallifère que nous avons vu si puissamment développé dans la Haute-Ariège et qui, près d'ici, donne la fameuse mine de Rancié.
- i. — En amont d'Auzat s'étend une petite plaine d'alluvion, jonchée de nombreux blocs granitiques d'origine glaciaire. Puis, à la cascade de Capounta, se montrent des masses de *granite à mica noir*.
- i'. — Vers le confluent du torrent de Bassiès, le *granite à mica noir*, caché pendant un certain temps par les alluvions réunies de la rivière d'Auzat et du torrent de Bénasc, reparait de nouveau. On peut voir que la roche, habituellement grise, est homogène dans sa texture et sa composition; toutefois, des taches noirâtres viennent fréquemment l'accidenter. Ce granite, en quelque sorte typique, est très répandu dans les Pyrénées. Nous aurons souvent l'occasion de l'observer; nous verrons, à ce propos, que la plupart des taches noirâtres correspondent à des fragments englobés fournis par des roches primitives.
- j. — Le long d'une côte très raide se montrent des roches rubanées très nettes, formées surtout de *leptynolites macifères*, de *schistes pétrosiliceux*, de *schistes micacés à audalousite*. La direction générale est NE.-SO; le plongement est sud.
- k. — Vers Ranet, *schistes argileux* passant par places à des schistes ardoisiers : dans cette localité, mine de pyrite légèrement cuivreuse dans du quartz mêlé de matière anthraciteuse.
- l. — Puis, *schistes ardoisiers* très développés ; ils sont mêlés de *calcaires gris et blancs* ondés irrégulièrement de veines noirâtres. C'est là probablement un horizon correspondant au niveau calcaire signalé par M. de Lacvivier au-dessus du bois d'Arganson.
- m. — Au-delà de Laujou, *schistes noirs argilo-ferrugineux*, avec ardoises finement striées.
- n. — Aux Escales et à Marc d'Auzat, *schistes siliceux* veinulés de quartz, passant parfois à des quartzites ; ils alternent avec des schistes argileux. Cette alternance, rapprochée de la présence de filonnets de quartz dans les schistes siliceux, atteste que ce sont des schistes argileux modifiés. — Aussi, galets très nets de quartz gras absolument

SILURIEN MOYEN.... Schistes et calschistes.....

GRANITE.....

Alternances de schistes argileux, calschistes et calcaires.

SILURIEN MOYEN.... Schistes ardoisiers et calschistes

Calcaires

Schistes carbonés macifères...

SILURIEN INFÉRIEUR. Schistes quartzeux

Schistes satinés à staurotide avec pegmatites

TERRAIN ARCHÉEN.. Leptynolites

TERRAIN PRIMITIF... Gneiss avec pegmatites

TERRAIN ARCHÉEN.. Schistes satinés et macifères...

TERRAIN PRIMITIF... Gneiss gris et pegmatites

TERRAIN ARCHÉEN.. Leptynolites macifères

Schistes satinés sériciteux

SILURIEN INFÉRIEUR. Schistes quartzeux et poudingues

Schistes argileux

SILURIEN MOYEN.... Schistes ardoisiers et calcaires.

SILURIEN INFÉRIEUR. Schistes carbonés et siliceux..

TERRAIN ARCHÉEN.. Leptynolites macifères et schistes micacés

GRANITE.....

SILURIEN MOYEN.... Calschistes métallifères.....

Calschistes

JURASSIQUE..... Calcaires cristallins.....

TERRAIN PRIMITIF...



Sud

Andorra
Enlène
R.

Arrens
Ossun
Masson El Puy

Port d'Arrens
(frontière franco-andorrane)

Carniça

Les Bœufs
Marc
Artigues
R.

Larçon

Rancé

Rapides de Capornua

Auzat
Torrent de Suo
Torrent de Saix
Vieillesse
Orts

Nord

Fig. 24. — COUPE DE LA VALLÉE DE SOLICEN (HAUT-VIEIËSSOS) PROLONGÉE DANS L'ANDORRE

identique à celui des poudingues cambriens du N.-O. de la France.

- o.** — *Schistes satinés maclifères* de Caraffa, souvent séréciteux.
- p.** — *Leptynolites* et *schistes micacés*.
- q.** — *Gneiss gris* recoupé par des pegmatites souvent tourmalinifères.
- r.** — *Schistes micacés* et *schistes satinés maclifères*.
- s.** — *Gneiss* et pegmatites.
- t.** — *Leptynolites* et *schistes maclifères*, avec pegmatites.
- u.** — *Phyllades satinés gris clair à staurotide*, recoupés par des pegmatites.
- v.** — *Schistes siliceux rubanés*.
- w.** — *Schistes carbonés maclifères*.
- x.** — *Calcaire cristallin roussâtre d'Ordino*.
- y.** — *Alternances multipliées de schistes argileux, ardoisiers en certains points, et de calschistes roussâtres ou brunâtres, accompagnés de bancs calcaires*; c'est la série de Massana.
- z.** — *Granite massif d'Andorra*, venu par faille au sein d'une formation schisto-calcaire; dans le voisinage sourdent les eaux sulfureuses de las Escaldas.

Que représentent ces divers terrains qui s'étendent soit en France, soit en Andorre, sur une longueur de 30 à 40 kilomètres ? Passons en revue les appréciations de nos devanciers.

Dès 1823, *Charpentier* donne, à propos de la région de Vicdessos, quelques détails minéralogiques intéressants : il signale la tourmaline en grands cristaux en plusieurs points du massif des Trois-Seigneurs, qu'il reconnaît être formé essentiellement de granite stratifié. Les schistes d'Auzat et de Soulcen sont mis dans le terrain de transition; le calcaire de Vicdessos, qui plus tard recevra le nom de ce géologue, est considéré comme une dépendance du terrain primitif.

L'ingénieur *François* (1) regarde le calcaire de Rancié comme du terrain de transition métamorphique.

Dufrénoy figure assez bien, dans sa grande carte, la disposition des schistes micacés autour de la masse primitive qui s'étend entre Ax et la vallée de Soulcen par les hautes montagnes d'Aston et de Fontargente. Il donne sur le calcaire de Vicdessos des renseignements du plus haut intérêt (2), trouve au col d'Agneit des fossiles jurassiques, qui le portent à voir dans le calcaire dit primitif par Charpentier une assise du lias. Je partage la manière de voir de l'illustre géologue, et, quand il sera question du calcaire de Saint-Béat, j'exposerai les raisons qui militent en faveur de cette détermination.

Durocher (3) a donné une coupe détaillée entre Vicdessos et Urgel, à travers la vallée de Soulcen et l'Andorre. C'est le même

(1) *Op. cit.* (An. crit., p. 15.)

(2) *Op. cit.* (An. crit., p. 10 : Mémoires pour servir, etc. ; p. 167.)

(3) *Op. cit.* (An. crit., p. 20 : Essai pour servir... ; p. 441.)

trajet que j'ai suivi, mais sans descendre aussi loin vers le sud. J'admets avec lui la nature éruptive du granite d'Andorra, de las Escaldas et de Bassiès, avec cette différence que je considère ce granite comme étant, depuis longtemps, consolidé dans les profondeurs lorsqu'il a fait intrusion dans les schistes et calcaires paléozoïques.

Les diverses assises qu'il signale dans sa coupe confirment pleinement, surtout en Andorre, la succession que j'ai déjà indiquée pour la Haute-Ariège, mais l'auteur ne montre pas les relations de ces assises les unes par rapport aux autres. D'autre part, tous les sédiments compris entre Auzat et Andorra sont considérés par lui comme relevant du terrain cambrien, ce qui, ainsi que nous l'exposerons un peu plus bas, est en opposition complète avec nos conclusions. A l'exemple de Dufrénoy, il attribue au lias le calcaire de Vicdessos.

M. Mussy (1) attribue aussi ce dernier calcaire au jurassique. Pour lui, les schistes et calcschistes d'Auzat sont du silurien inférieur ; il attribue au même étage la série de Ranet et de Marc d'Auzat reposant plus haut, au-delà de Caraffa, sur des micaschistes et des masses granitiques. Réserve faite de quelques différences d'interprétation sur l'âge de ces assises, il m'est avis que ces relations sont exactes.

M. Garrigou considère d'abord, avec Dufrénoy, le calcaire de Charpentier comme liasique ; plus tard il le regarde, avec Magnan, comme du carbonifère (2).

Magnan (3) attribue en outre au terrain de transition l'immense étendue de terrains schisteux qui se développe entre Auzat et Urgel.

Seignette (4) considère, avec *M. Mussy*, les schistes d'Auzat comme siluriens. Toute la formation qui s'étend en amont du torrent de Bassiès est mise dans son terrain cristallophyllien, auquel il donne une extension par trop exagérée. Il indique bien sur sa carte les relations des masses minérales qui forment le haut de la vallée de Soulcen ; montre, en particulier, que la bande intragranitique de Mérens et de Naguille se retrouve ici, flanquée également de deux masses de gneiss. Ce même géologue a donné, en outre, une grande coupe détaillée, parallèle à la nôtre, affectant également la France et l'Andorre, mais plus orientale, coupe qui remonte la vallée d'Aston à partir de son débouché, franchit la frontière et descend jusqu'à Massana par une vallée collatérale de celle d'Arensal, la vallée du Rialp. L'auteur retrouve dans l'Andorre les diverses zones pétro-

(1) *Op. cit.* (An. crit., p. 62 : Texte explicatif...)

(2) *Op. cit.* (An. crit., p. 84 : Résumé géologique...)

(3) *Op. cit.* (An. crit., p. 82 : Matériaux...)

(4) *Op. cit.* (An. crit., p. 89 : Essai d'études...)

graphiques qu'il a reconnues aux environs d'Ax; ce sont aussi les nôtres. Nous différons toutefois quant à l'interprétation de leurs rapports et leur âge relatif. Près d'Illier, Seignette signale un calcaire cristallin en couches dans le granite stratifié, ce qui rapproche le massif granitique des Trois-Seigneurs de celui du Saint-Barthélemy, où M. Garrigou a montré des intercalations de cette nature.

M. de Lacvivier (1) regarde (p. 602) le granite d'Auzat comme « du » granite ancien des mieux caractérisés, avec noyaux micacés contemporains de la roche, et aussi avec des fragments de gneiss empâtés. » Il a retrouvé au col d'Agneit les fossiles signalés par Dufrénoy, ce qui le porte à attribuer au jurassique le calcaire de Vicedessos. La lherzolite est, d'après lui, plus récente que le lias. Il indique, d'autre part, la mine de Rancié comme « ouverte dans des calcaires du silurien supérieur. » C'était aussi l'avis de Seignette, contrairement à Dufrénoy qui l'attribuait au lias. Il est vrai que, d'après M. de Lacvivier, au toit de la mine on trouverait des fossiles du lias, et même, mais avec doute, quelques traces du trias. Ces données justifient les résultats auxquels nous a conduit l'étude de la vallée de l'Ariège et aussi celle du bassin de Vicedessos à savoir que le toit de la mine est jurassique, mais que la mine elle-même et le mur appartiennent à la série schisto-calcaire du silurien moyen.

Dans son grand travail sur le crétacé de l'Ariège (2), il consacre quelques lignes à la haute vallée de Vicedessos : il attribue à l'archéen les schistes maclifères; au silurien, les schistes siliceux, les quartzites et aussi le calcaire d'Arganson; détermination à peu près conforme à la nôtre, au moins dans ses traits généraux. Il ne donne, d'ailleurs, aucune coupe et ne figure sur sa carte que le bas de la vallée d'Auzat. La zone schisto-calcaire passant par ce village est, à l'exemple de Mussy, attribuée, et à bon droit, au terrain silurien.

Conclusions. — Tels sont les documents que nous ont fourni les travaux de nos devanciers. Voici quelles sont nos conclusions :

Les roches ne diffèrent pas au fond de celles trouvées dans la vallée de l'Ariège; souvent même elles se ressemblent de la façon la plus frappante, à 30 kilomètres de distance. L'ordre de succession est d'ailleurs identique et, sauf quelques différences légères, la disposition relative des assises se retrouve ici avec les mêmes accidents stratigraphiques, comme nous allons l'établir.

A cet effet, reprenons le chemin en sens inverse, c'est-à-dire à partir d'Andorra :

1° Dans cette petite capitale et aux Escaldas nous trouvons, quoique interrompue fréquemment, la bande granitique de Font-Nègre;

(1) B. S. G. de France (sept. 82). — C. R. de la réun. extr. de Foix.

(2) *Op. cit.* (An. crit., p. 402.)

l'identité de ces deux granites a été déjà reconnue par M. Garrigou et par Seignette; toutefois, ce granite, qu'ils regardaient comme le granite fondamental, est un granite post-primitif, venu par faille;

2° Il bute au nord contre un puissant système schisto-calcaire, qui représente, mais avec plus d'extension, la série schisto-calcaire que nous avons vue dans la vallée de l'Ariège, entre Puymorens et l'Hospitalet; on y distingue diverses zones :

- Zone des schistes et calschistes de Massana, avec bancs ardoisiers. (S²b).
- Zone du calcaire d'Ordino. (S²b).
- Zone des schistes carburés maclifères. (S²a).
- Zone des schistes quartzeux rubanés. (S¹).
- Zone des schistes satinés maclifères avec leptynolites. . (A).

3° Cette dernière zone, fréquemment recoupée par des pegmatites tourmalinifères, repose sur du gneiss traversé aussi par des granites et des pegmatites. C'est là, mais très réduite, la bande de terrain primordial vue entre l'Hospitalet et Mérens;

4° Au-delà, lambeau schisteux représentant, comme l'a reconnu Seignette, la zone intra-granitique de Mérens et de Naguille. Du côté sud, il y a probablement, comme à Mérens, une faille jalonnée par des pointements granitiques analogues à celui du sud de Naguille;

5° Vers le nord, la similitude est marquée : ici, comme dans les deux points indiqués plus haut, la base du lambeau intra-granitique est supportée par un massif primordial : il correspond à celui d'Orlu;

6° Sur le flanc nord de ce massif s'étagent successivement, mais dans un ordre d'ancienneté décroissante, les divers terrains trouvés en amont d'Andorra : série comparable, d'ailleurs, à celle qui se développe entre Ax et le pic Saint-Barthélémy, sauf quelques différences accidentelles, par exemple l'intrusion du granite de Bassiès (encore trouve-t-il son analogue dans le granite d'Orgeix), et le développement considérable du silurien au dépens du dévonien qui même disparaît ici complètement. On rencontre tour à tour :

- Zone des leptynolites, schistes satinés maclifères de Caraffa. (A)
- Zone des schistes siliceux rubanés de Marc et schistes argileux rubanés. (S¹)
- Zone des schistes ardoisiers de Laujou et calcaires d'Arganson. (S²)

Aux approches de Ranet, les assises qui d'abord plongeaient, malgré leur fort relèvement, vers le nord en s'appuyant sur le terrain primordial, se redressent graduellement, deviennent verticales, puis plongent vers le sud. Par suite de ce pli synclinal, les schistes argileux et quarzites du silurien inférieur reparaissent, suivis de près par les leptynolites, schistes à staurotide et à andalousite qui leur servent de substratum.

Plus loin, la série est interrompue, et une faille met en contact ces schistes paléozoïques et le granite passif de Bassiès, granite ancien, comme celui de Font-Nègre, venu comme lui par intrusion.

A Auzat, mince bande de schistes et de calschistes, riches en minerais, méritant bien, comme les calcaires qui se montrent à l'est,

HAUT-SALAT

GÉNÉRALITÉS SUR LA RÉGION DU HAUT-SALAT

Dans sa partie supérieure, qui correspond à peu près à l'ancien Couserans, le Salat forme deux grandes vallées, toutes deux issues des massifs montagneux de la frontière et venant, après un parcours à peu près égal, se confondre en un seul et même lit aux portes même de Saint-Girons.

L'une d'elles, naguère peu connue, actuellement mise en lumière par les projets de chemins de fer transpyrénéens, n'est autre que la vallée du Salat, véritable gorge aux flancs abruptes et dénudés, chenal étroit, s'ouvrant à peine çà et là pour donner asile à quelques petites villes aux débouchés de l'Aleth, du Garbet, de l'Arac et de plusieurs autres affluents torrentiels qui, tour à tour, lui apportent le tribut de leurs eaux claires et rapides.

Soulan, Massat, Oust, Seix, et plus amont, Ustou et Aulus, sont les centres d'autant de bassins relativement circonscrits dans lesquels les alluvions arrachées aux montagnes, et, à leur suite, les populations, se sont amassées. Tout le reste du pays n'est plus qu'une succession de défilés sauvages, sinueux, entaillés dans des masses rocheuses, fertiles en produits minéraux, mais tristes et sévères, et semblant, à chaque pas, devoir crouler sur le passant.

Tout autre est sa voisine, la vallée Castillonnaise, vallée des plus riantes dans ses parties basses, des plus pittoresques vers ses origines. Au début c'est une dépression assez large dans laquelle le Lez circule aisément à travers de riches campagnes. De nombreux villages sont échelonnés sur son parcours : tout d'abord Lédar, où s'élaborent les produits de la montagne : Aubert, aux belles carrières de brèche marmoréenne ; Moulis, que dominent les rochers arides de Montfaucon et de Surroque ; Luzenac et, plus loin, Engomer, où a résidé quelque temps l'illustre auteur de l'*Essai sur la Constitution géognostique des Pyrénées* ; sur les côtés, Balaguères encadré par une haute ceinture d'escarpements calcaires ; plus amont, Arrout et Cescau, qui renfer-

ment de riches gîtes ardoisiers, et enfin, dans une sorte d'évasement demi-circulaire, Castillon, qui, du haut d'un monticule, commande le pays.

Aux environs de cette petite ville se donnent rendez-vous trois vallées d'inégale importance : sur la droite, venant des confins de la Haute-Garonne, la Bellongue, vallée longitudinale dans laquelle serpente la Bouigane à travers de vertes prairies et de rians villages qui semblent se tenir par la main ; de l'autre côté, communiquant avec la vallée du Salat par le col de la Quore, se trouve le pays de Bethmale, région pastorale dans laquelle s'est implantée une colonie étrangère dont l'origine est encore un problème pour les ethnographes ; au sud, enfin, continuant la vallée du Lez, s'ouvre le Biros, dont les sites grandioses mériteraient d'être mieux connus.

Au sortir de Castillon, et surtout au-delà de Bordes, la route s'engage dans un étroit défilé qu'enserrent, d'une manière presque constante, deux falaises granitiques ; plus haut, le granite disparaît et la vallée ne tarde pas à s'ouvrir à l'approche des gorges qui descendent du Mont-Vallier, de Barlonguères et du Mail de Bulard ; les schistes argileux du terrain silurien offrant à l'érosion une prise plus facile, le thalweg s'élargit peu à peu et près de Sentein, le Lez et ses tributaires, l'izar et le ruisseau d'Antras, réunissant leurs efforts, ont creusé, au sein de ces montagnes à l'aspect sombre et majestueux, un bassin assez étendu qu'ils ont comblé de leurs alluvions fertiles.

Mais à partir de là, la vallée se rétrécit de plus en plus ; quelques milliers de pas encore, et la rivière n'est plus qu'un torrent tumultueux, au cours cascadé, déversoir naturel de toutes les eaux qui tombent à l'état de pluie ou de neige dans un vaste cirque que dominent le pic de Mauberme et la Pyramide de Serre.

Telle est, esquissée d'une façon rapide, la physionomie de ces deux vallées du Salat et du Lez, sillons gigantesques creusés par la main du temps dans un massif élevé, adossé vers le midi à l'Espagne, confrontant au levant avec la Haute-Ariège, dont il n'est séparé que par les chaînons de Bassiès et des Trois-Seigneurs, et au couchant avec la partie française du val d'Aran ; véritable région naturelle bien isolée de toutes parts, et n'ayant, sauf du côté de la plaine, d'autre communication avec les pays voisins que par un petit nombre de cols fermés par la neige plusieurs mois de l'année.

Ce pays, que l'on peut désigner sous le nom collectif de Haut-Salat, doit sa division en deux bassins à une ligne de partage qui court du nord au sud, de Saint-Girons à la frontière. Dans sa partie méridionale, elle est formée d'une série de ressauts qui partent du col de la Quore et s'élèvent graduellement jusqu'au Mont-Vallier (2,839^m), nœud orographique important, qui, dans le Couserans, rappelle le

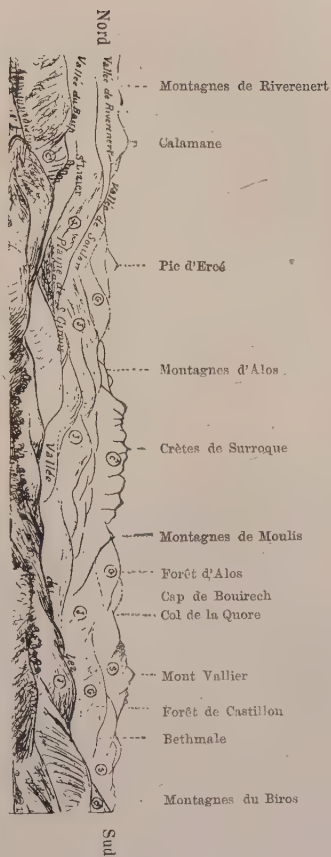


Fig. 25. — PROFIL GÉOLOGIQUE DES MONTAGNES DU HAUT-SALAT
(Vue prise entre Saint-Araille et Caumont).

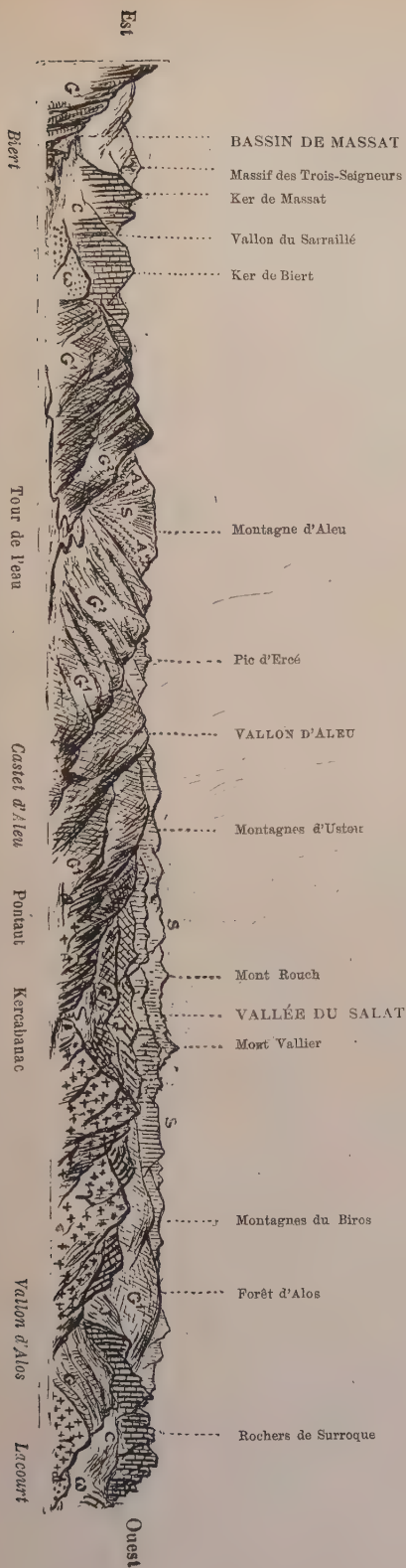


Fig. 26. — PANORAMA GÉOLOGIQUE DES MONTAGNES DE L'ARAGET DU SALAT

pic du Midi de Bigorre, par son altitude, sa position en avant de la chaîne, et, jusqu'à un certain point, sa constitution géologique. De sa base partent de nombreux contreforts qui vont s'irradier vers le Salat et le Lez, enclavant, d'une part, les gorges d'Estours et d'Esbints, de l'autre, celles d'Orle, du Riberot et de Létruque.

Au nord de la Quore, la ligne de partage qui était descendue à 4409 mètres, se relève brusquement pour former le cap de Bouirech ; mais, dès lors, elle change de caractère ; ce n'est plus une crête aiguë taillée presque en biseau, séparant deux versants fortement inclinés, mais bien une ligne onduleuse, à peine accusée, servant de faite à des surfaces plus larges, moins déclives, qui s'abaissent lentement vers le Lez et le Salat.

Aux rochers de Balam, dentelés comme une sierra, et constituant comme l'éperon septentrional du Vallier, fait face un vaste empâtement granitique dont les croupes, ravinées par les eaux, s'étendent depuis Castillon jusqu'aux abords de Seix ; vers le nord, cet amas, dans lequel le gneiss domine, vient finir à une dépression assez tranchée, ouverte, entre Luzenac et Alos, dans des schistes jurassiques et des marnes du trias profondément entamées par le ruisseau du Sour.

Au-delà, entre Alos et Moulis, on voit surgir les escarpements calcaires de Surroque, longue crête néocomienne parallèle à la bande granitique, se dressant sur le fond du ciel comme un mur, mais un mur cyclopéen, ruiné et démantelé, qui aurait subi pendant de milliers de siècles les ravages du temps. Au pied de cette falaise rampent des masses plus déprimées, découpées par les érosions en buttes coniques, en ballons surbaissés qui s'affaissent peu à peu, et viennent mourir aux abords de Saint-Girons et de Saint-Lizier, dans la fertile plaine du Salat.

Telle est, du nord au sud, la constitution de cette ligne de partage, ou, pour être plus exact, de cette zone faitière qui divise la région du Haut-Salat en deux bassins hydrographiques parfaitement distincts.

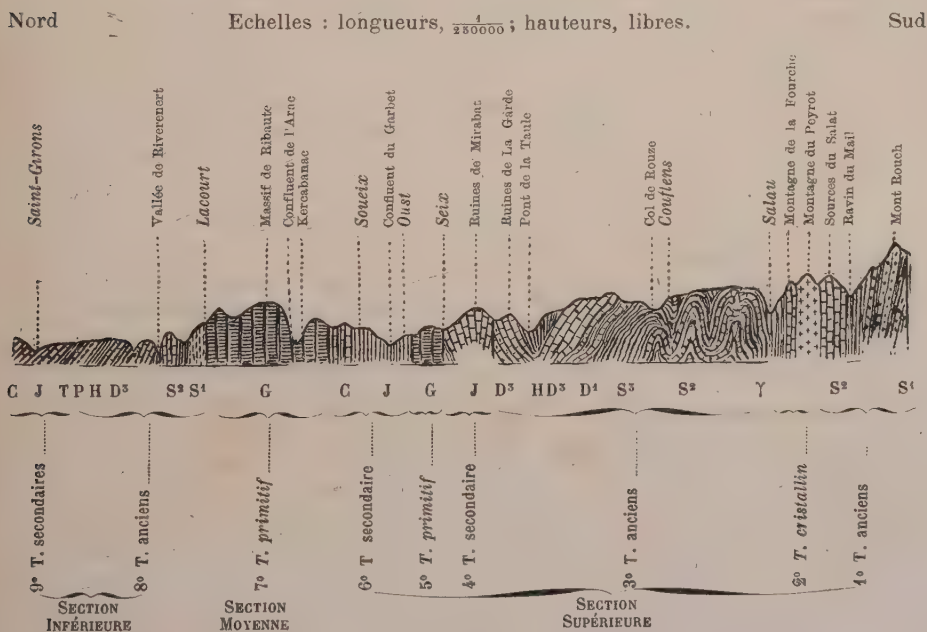
De ces deux bassins, le plus oriental va nous occuper le premier : c'est celui du Salat proprement dit ; le bassin du Lez qui lui fera suite, servira de transition entre l'Ariège et la Haute-Garonne.

BASSIN DU SALAT

APERÇU GÉOGNOSTIQUE

Dans le bassin du Salat, comme aussi dans toutes les vallées transversales de la chaîne, même structure que dans la Haute-Ariège : la succession des assises ne se fait pas régulièrement, mais elle est interrompue fréquemment par des failles et des réapparitions de massifs anciens, surtout granitiques, découpant le pays en lambeaux longitudinaux d'importance variable. Or, si ces lambeaux présentent

Fig. 27. — DIAGRAMME INDIQUANT LES DIVERS TERRAINS TRAVERSÉS PAR LE SALAT.



entre eux des différences marquées, d'autre part ils sont comparables à eux-mêmes sur de grandes distances ; aussi les diverses zones déjà reconnues dans la Haute-Ariège (page 451) vont-elles se retrouver ici avec des caractères à peu près identiques ; ce qui montre que la continuité des assises, si frappante dans la région d'Aix, des Cabannes et de Videssos, se poursuit aussi à travers le bassin du Salat.

La coupe schématique ci-dessus (figure 27), levée le long du Salat

entre la frontière et Saint-Girons, rendra plus facile le parallélisme de cette région avec la région précédemment décrite.

En allant du sud au nord, on trouve successivement :

1° *Terrains anciens du mont Rouch.* — Dans le massif du mont Rouch, aussi sur le chemin du Port de Salau et vers les sources du Salat est une bande de terrains anciens confinée le long de la frontière. Elle est formée, à la base, de dalles argilo-siliceuses et de quartzites représentant le *cambrien* (S¹) ; des schistes argileux noirâtres viennent au-dessus, surmontés de calcaires cristallins relevant, comme eux, du *silurien* (S²). Ce système forme un pli anticlinal correspondant, malgré la différence des roches, à celui du défilé de Mérens ; toutefois cette différence de composition tient uniquement à ce que, sur ce point de la Haute-Ariège, l'érosion a été assez forte pour mettre à nu le terrain cristallophyllien sous-jacent.

2° *Terrain granitique du Peyrot.* — Formé de *granite massif* (γ), mêlé à quelques autres roches éruptives, notamment des granites chloriteux. A peine visible vers les sources du Salat, cette bande prend, vers l'est, un développement sans cesse croissant à travers les hauts vallons d'Ustou et d'Aulus, où elle constitue le massif frontière et forme le sous-sol d'un certain nombre de lacs. Elle entre ensuite dans le bassin de l'Ariège par la région de Bassiès (vallée de Vicedessos) et court de là sur Aston, Ax et Orgeix. Dans tout le trajet, le granite homogène, à mica noir, est la roche prépondérante ; néanmoins, dans la région d'Ax, les pegmatites sont très répandues.

Sur la rive gauche du Salat, la bande granitique cesse de se montrer ; mais elle se poursuit en profondeur sous les masses calcaires du Vallier et va reparaitre au pied de cette montagne, au fond de la gorge de Riberot, où nous la retrouverons en parcourant le bassin du Lez.

3° *Terrains anciens de Couflens.* — Dans la haute vallée du Salat, les terrains anciens couvrent de larges surfaces. En descendant vers Seix, on trouve tour à tour, après le *cambrien* (S¹) refoulé vers la frontière, le *silurien* (S², S³) représenté par des schistes argileux, des calcschistes en dalles, des calcaires, puis le *dévonien* (D¹, D³) formé de calcschistes, de schistes et de calcaires marmoréens, et renfermant dans ses plis un lambeau de *carbonifère* (H) schisteux ; le tout affectant des ondulations très multipliées, surtout entre Couflens et Salau.

La même bande paléozoïque se prolonge vers l'est par la région d'Ustou, d'Aulus, en diminuant graduellement de puissance. Elle est très réduite quand elle entre dans le bassin de l'Ariège par Auzat ; mais ensuite elle se développe, comme nous l'avons vu, par Siguer, les Cabannes, Luzenac et les serres du nord d'Ax, sans toutefois prendre autant d'extension que dans le pays de Couflens.

Vers l'ouest du Salat, les terrains anciens sont aussi largement développés dans le massif du Vallier et surtout dans le Biros, où ils se font remarquer par leur richesse en fossiles.

4° *Calcaires de Mirabat*. — Le piton de Mirabat est formé de calcaires divers, blancs, gris, parfois noirs, presque toujours d'une cristallinité qui les rend marmoréens; des dolomies et quelques schistes les accompagnent. Ce système (J), regardé généralement comme *jurassique*, se prolonge vers l'est, avec une continuité remarquable, le long des Pyrénées; il forme notamment le pic d'Ercé, le tuc de Bertronne au-dessus d'Aulus, la région de l'étang de Lhers, le pic d'Agneit où Dufrénoy a signalé des fossiles liasiques; il passe ensuite dans la Haute-Ariège, gagne les montagnes de Vicdessos, de Verdun, d'Axiat,

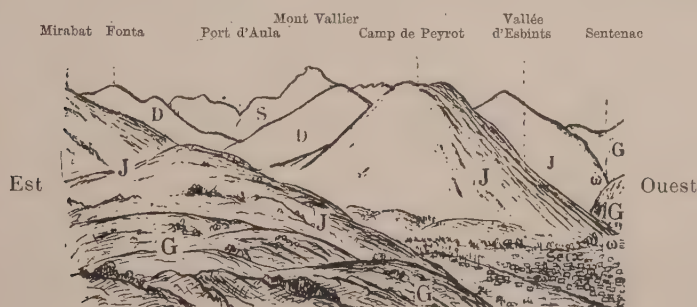


Fig. 28. — ENVIRONS DE SEIX (Vue prise du côté Nord).

constituant dans son parcours un horizon géognostique des plus remarquables, tant par son développement que par la blancheur et l'aridité de ses calcaires. C'est la zone par excellence des roches ophi-tiques et lherzolitiques, des couseranites, des amphiboles et nombre d'autres minéraux accidentels.

A l'ouest de Mirabat, ces masses calcaires franchissent la vallée et se développent au-dessus de Seix, à l'entrée du vallon d'Esbints; par delà, sur le chemin du col de la Quore, on ne les retrouve guère plus; nous verrons que, dans le bassin du Lez, le calcaire cristallin sera généralement très réduit et disposé en îlots discontinus. Toutefois, le jurassique est aussi largement développé dans cette région; mais le calcaire est en grande partie remplacé par des schistes argi-leux noirâtres. Aux environs de Seix, des calcaires noirs semblent ménager la transition entre ces deux faciès différents du jurassique.

5° *Terrain primitif de Seix*. — Dans tout son parcours, le terrain jurassique bute, vers le nord, contre une bande de terrain granitique

(G). constitué surtout par des *gneiss* et des *granite-gneiss* ; toutefois, le granite éruptif n'y est pas rare, témoin les pointements d'Ercé, du Prignon au sud de Biert et du massif des Trois-Seigneurs, constitués par des granites divers. La bande granitique, très mince à Seix où elle est presque entièrement convertie en arènes, se développe puissamment vers l'est, coupe le Garbet en amont d'Ercé, passe au nord de l'étang de Lherz, gagne de là l'important massif des Trois-Seigneurs auquel fait face, sur la rive droite de l'Ariège, le massif du Saint-Barthélemy.

De Seix la zone granitique va dans le bassin du Lez, où elle forme comme une sorte d'empâtement dans le pays de Bethmale et de Castillon.

6° *Terrains secondaires de Soueix*. — Dans le bassin d'Oust, et surtout aux environs de Vic et de Soueix, grand développement de schistes et de grès, accompagnés de quelques calcaires et de roches ophitiques. Tout ce système relève des terrains secondaires. Les grès, habituellement riches en fucoïdes, et la plupart des schistes, me paraissent se rattacher à la base du *jurassique* (J) ; les calcaires sont regardés comme du *crétacé* inférieur (C). Le jurassique repose soit sur le granite, comme on peut le voir fréquemment dans le pays de Rogalle, soit sur le trias ; sur la lisière du terrain granitique et du jurassique se montrent en divers points, et notamment aux environs du Prignon, des conglomérats granitiques, des arènes et des arkoses qui semblent tenir la place du trias inférieur.

Le jurassique gréseux et schisteux, très développé dans le bassin d'Oust, prend aussi une grande extension dans le pays d'Aleu, du Prignon, dans le bassin de Massat ; on le retrouve, avec ses fucoïdes, au col de Port, d'où il passe dans la Haute-Ariège par Saurat, Bèdeillac, Tarascon. Dans son trajet, il est fréquemment en rapport, sur sa lisière nord, avec les calcaires crétacés ; toutefois, ce dernier horizon, auquel appartiennent les Kers de Biert et de Massat, semble discontinu, au moins à la surface : c'est l'équivalent réduit des grandes masses calcaires qui bordent l'Ariège vers Bouan, Ussat et Tarascon.

A l'ouest de Soueix, le jurassique se développe dans le pays de Rogalle et d'Alos, d'où il se dirige vers le bassin du Lez ; de leur côté, les calcaires crétacés, assez réduits au niveau du Salat, se relèvent, au sud de Lacourt, pour aller former, en vue de Saint-Girons, les beaux escarpements de Surroque.

7° *Terrain primitif de l'Arac*. — Très développé dans le bassin du Soulan et dans la gorge creusée entre Biert et Lacourt, ce terrain (G) est formé de granite-gneiss, de gneiss divers et d'autres roches primitives

subordonnées, micaschistes, leptynites, cipolins; le tout traversé par des filons et quelquefois des pointements de roches granitiques ou granulitiques. A l'est, ce massif granito-gneissique se rattache au massif du Picou et de Mercus; à l'ouest, il se termine brusquement à Lacourt; au sud, ce terrain primitif est constamment en rapport avec des terrains secondaires; au nord, il est recouvert par la série ascendante des terrains primaires et secondaires.

8° *Terrains anciens de Riverenert.* — Ils s'étalent, au nord de la zone précédente, par le col de la Crouzette, le Pech d'Arbiel; les assises de Prayols et de Saint-Antoine, dans le bassin de l'Ariège, sont sur leur prolongement. Ce système primaire comprend : des schistes semi-cristallins et des phyllades satinés qui tiennent la place du terrain *archéen* (*), les grès et schistes argileux du *cambrien* (S¹), les schistes carburés et le calcaire métallifère du *silurien* (S²); viennent ensuite du *dévonien* (D³) représenté surtout par des marbres vivement colorés, du terrain *carbonifère* (H) renfermant des schistes à productus, des conglomérats rougeâtres équivalant peut-être au *permien* (P); ces divers terrains se succèdent généralement en série ascendante, quoique affectés d'ondulations très multipliées.

La bande paléozoïque est très continue vers l'est dans les hauts vallons de Rimont, de Castelnau, de Labastide, d'où elle gagne les montagnes qui dominent Foix du côté sud.

Sur la rive gauche du Salat, les terrains anciens ne se montrent guère plus, ou du moins ils sont recouverts par les sédiments jurassiques et crétacés.

9° *Terrains secondaires de Saint-Girons.* — Vers Mondette se montrent, succédant aux terrains anciens, les étages du terrain secondaire.

D'abord le *trias* (T), représenté par trois horizons : à la base, des grès et conglomérats; à la partie moyenne, des calcaires; dans le haut, des marnes bigarrées lardées d'ophite. Par delà se développe le *jurassique* dans lequel on distingue l'*infra-lias*, le *lias*, l'*oolite*. Vers Saint-Lizier, ce terrain est en rapport avec le *crétacé* inférieur, constitué par d'épais-es masses calcaires à travers lesquelles le Salat s'est frayé difficilement un chemin.

Telles sont les différentes bandes ou zones recoupées par le Salat depuis sa source jusqu'aux environs de Saint-Girons; elles se résu-

(*) Cet horizon ne se montre pas ici sur les bords du Salat; on le trouverait plus à l'est, au nord de Biert (Voir notre coupe entre l'Etang de Lhers et la Crouzette). Il y est d'ailleurs peu développé.

ment dans le tableau ci-dessous qui permet de raccorder le bassin du Salat avec celui de la Haute-Ariège (*).

- 1^o Zone paléozoïque du mont Rouch — Passe en Espagne (pays de Tabescan); *vallée de Soulcen*.
- 2^o Zone granitique du Peyrot. — Hauts vallons d'Ustou et Aulus; *Bassiès, Aston, Ax*.
- 3^o Zone paléozoïque de Couffens. — Ustou, Aulus; *Auzat, Siguer, les Cabannes, Luzenac, nord d'Ax*.
- 4^o Zone secondaire de Mirabat. — Sud d'Ercé, région de Lhers; *Vicdessos, Verdun, Axiat*.
- 5^o Zone primitive de Seix. — Région d'Ercé; *massif des Trois-Seigneurs, massif du St-Barthélemy*.
- 6^o Zone secondaire de Soueix. — Aleu, Massat, col de Port; *Tarascon, Ussat*.
- 7^o Zone primitive de l'Arac. — Gorge de Soulan; *Massif du Picoû et de Mercus*.
- 8^o Zone paléozoïque de Riverenert. — Hauts vallons de Rimont et de Labastide; *Prayols, St-Antoine*.
- 9^o Zone secondaire de Saint-Girons. — Rimont, Castelnau, Labastide; *nord de Foix*.

Il résulte de ce qui précède que la *vallée du Salat entre Saint-Girons et la frontière correspond géologiquement à celle de l'Ariège entre Foix et Ax; par suite, réserve faite de l'inégal développement des terrains dans ces deux vallées et de quelques accidents stratigraphiques, la structure est analogue.*

Les zones les plus méridionales de la Haute-Ariège, c'est-à-dire celles d'Orlu, de Mérens, de Saliens, du col de Puymorens, des sources de l'Ariège (voir page 151), ne sont pas représentées ici; il faudrait les chercher sur le versant espagnol dans le pays de Tabescan et d'Esterri; toutefois, comme les voûtes granito-gneissiques de la Haute-Ariège s'enfoncent ici beaucoup dans les profondeurs, on ne voit guère affleurer que les masses de schistes paléozoïques qui leur servent de revêtement; plus à l'ouest le soubassement se relève et paraît de nouveau à la surface dans la vallée d'Aran et le pays de Luchon où nous le retrouverons plus tard.

En se basant à la fois sur des considérations topographiques et géologiques, on peut reconnaître dans le bassin du Salat trois sections ou régions qui s'étendent parallèlement à la chaîne :

Section inférieure ou septentrionale, coupant le Salat entre Saint-Girons et Lacourt; formée entièrement de terrains anciens et secondaires, à l'exclusion du granite.

Section moyenne ou intermédiaire, correspondant à la gorge de Ribaute et de l'Arac, entièrement ouverte dans le terrain granitique.

Section supérieure ou méridionale, comprise entre l'horizon de Soueix et la frontière, offrant un mélange de terrains granitiques et de terrains sédimentaires.

C'est en me conformant autant que possible à ce groupement, que j'ai divisé l'étude du bassin du Salat en trois parties :

(*) En regard de chaque zone, j'ai indiqué les principaux points qui la jalonnent dans la direction de l'est, à travers le bassin du Salat et celui de la Haute-Ariège; les noms de cette dernière région sont imprimés en caractères italiques.

1^o *Vallée du Salat* (entre Saint-Girons et Kercabanac) et *vallée de l'Arac* ;

2^o *Vallées du Garbet et de l'Aleth* ;

3^o *Vallée du Salat* (en amont de Kercabanac).

La première partie correspond à la section septentrionale et à la section moyenne ; les deux autres à la section méridionale.

C'est dans cet ordre que nous allons les décrire tour à tour.

VALLÉE DE L'ARAC ET VALLÉE DU SALAT

(entre Kercabanac et Saint-Girons.)

Depuis le massif des Trois-Seigneurs où il prend naissance jusqu'à son confluent avec le Salat, le torrent de l'Arac court dans un défilé étroit, sinueux, presque toujours bordé d'âpres rochers. Du confluent jusques au village de Lacourt, la vallée conserve le même caractère ; mais à partir de là, elle s'élargit graduellement pour donner le bassin sur lequel s'élève Saint-Girons.

Bien que la physionomie générale de cette région ait été déjà esquissée dans ses traits les plus saillants, nous croyons utile d'ajouter, à titre de complément, un panorama géologique des montagnes de l'Arac et du Salat ; ce sera là, d'ailleurs, une sorte de cadre, de plan d'assemblage où viendront naturellement se placer toutes les coupes destinées à étudier la structure de ce bassin montagneux.

De ces coupes, les unes, au nombre de trois, sont transversales :

1^o Coupe le long de l'Arac, entre l'étang de Lherz et le col de la Crouzette, par le Port, Massat, Biert ;

2^o Coupe entre Aleu et Riverenert, par Castet, Soulan et le col d'Erp ;

3^o Coupe entre Alos et Mondette (près Saint-Girons), par Lacourt ; elle suit d'abord la rivière d'Alos sur la rive gauche, puis côtoie la rive droite du Salat.

Trois autres, de détail, sont pour la plupart longitudinales :

1^o Coupe entre Biert et Castet-d'Aleu, le long de l'Arac ;

2^o Coupe entre Castet et Aleu, donnant la description détaillée d'une partie de la coupe levée entre Aleu et Riverenert ;

3^o Coupe entre Castet-d'Aleu et Pontaut.

Coupe entre l'étang de Lherz et la Crouzette.

Dans sa partie haute, cette coupe suit de près la vallée de l'Arac jusqu'à Massat ; là, elle est reportée un peu à l'ouest, sur le méridien

de Biert, où elle prend, vers le sud, une direction sensiblement parallèle à celle qu'elle avait au début ; elle finit un peu au nord du col de la Crouzette, sur le versant du vallon de Riverenert.

Jurassique. — a. — *Calcaire cristallin* (liasique) et *lherzolite* de l'étang de Lherz, avec brèches de contact.

Terrain primordial. — G. — *Gneiss à mica noir* ; c'est un lambeau réduit du massif primordial du Saint-Barthélemy et des Trois-Seigneurs.

b. — *Granite* gris ou jaunâtre traversé par des filons de quartz ; il est à mica blanc et rentre dans le groupe des granulites.

Archéen. — c. — *Phyllades gneissiques* et *leptynolites noduleux* ou *maclifères* ressemblant assez aux micaschistes par le développement du

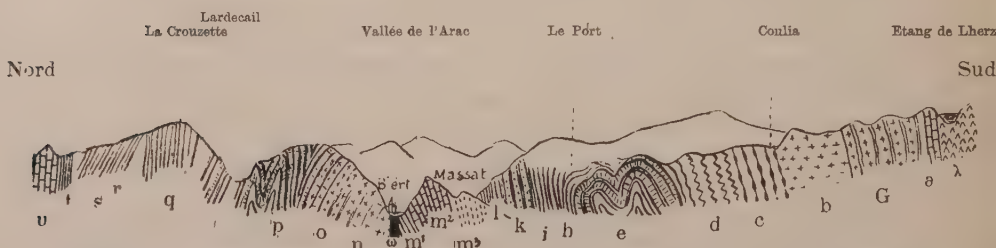


Fig. 29. — COUPE ENTRE L'ÉTANG DE LHERZ ET LA CROUZETTE (AU $\frac{1}{120,000}$ environ)

mica, mais le quartz y est très rare, le feldspath, au contraire, abondant à l'état grenu ; cet ensemble de couches, développé vers Coulia, plonge d'une manière sensible vers le granite qui est, par suite, surincombant.

d. — *Phyllades satinés*, noirâtres, fortement ondulés.

e. — Après un pont situé au-dessous de Moureu, se montrent des dalles *pétrosiliceuses* légèrement rosées, à rubans très nets, renfermant de la pyrite en petits sphéroïdes ou en lits très minces parallèles à la stratification. Ces couches, qui alternent avec des schistes satinés, ont éprouvé en ce point des perturbations qui ont fait varier et leur inclinaison et leur pendage.

h. — Au delà, jusqu'au village du Port, on ne trouve que des *alternances de phyllades et de schistes ardoisiers*, avec quelques intercalations de dalles pétrosiliceuses.

i. — *Schistes ardoisiers* exploités dans le village même ; ils sont mêlés à des schistes rubanés.

Silurien inférieur. — k. — En descendant vers Massat, *alternances de quartzites et de schistes siliceux*.

Silurien moyen. — l. — Dans le bas du chemin, avant d'arriver au pont jeté sur l'Arac, traces vagues de *schistes carbures*.

Tout le système vu depuis le granite, présente les caractères de

l'archéen et de la base du silurien. Dans le premier étage, les phyllades satinés, souvent ardoisiers, dominant, mêlés à des schistes pétrosiliceux ; près du granite, ces derniers s'imprègnent de mica et de macles, et passent à des leptynolites. Quant à établir une succession dans ces assises, les alternances fréquentes de ces roches montrent que cela n'est guère possible.

Les schistes archéens forment le soubassement des schistes siliceux et des quartzites cambriens ; ceux-ci, à leur tour, sont en rapport, vers le haut, avec des schistes argileux plus ou moins carburés, représentant pour nous la base du silurien moyen ; mais ces schistes ne se montrent guère sur la route ; ils sont, au contraire, assez abondants dans les montagnes de Balmiou, où ils renferment des pyrites et des hydroxydes de fer dont on a tenté l'exploitation, et aussi dans la petite vallée de Liers, le long du thalweg.

Terrain secondaire. — m. — Vient ensuite le bassin de Massat, où affleurent quelques lambeaux du terrain secondaire, masqués en grande partie par des alluvions. Il faut faire exception pour les pitons calcaires dits « Kers » de Massat et de Biert, qui se dressent en escarpements abruptes.

m³. — Grès et calcaires de l'infralias, avec *plaquettes calcaires à fucoides* très développés au nord de la vallée de Liers et vers Aleu.

m². — Calcaires urgoniens des Kers de Massat et de Biert.

m¹. — Schistes noirs, confondus parfois avec les schistes carburés du silurien ; jurassiques ou crétacés.

Ophite. — ω. — En aval de Biert, le thalweg de la vallée coïncide avec une faille remplie par de l'ophite que nous verrons en place un peu plus bas, à la base du Ker de Biert ; elle correspond à celle de Bous-senac et d'Aleu.

Terrain primordial. — n. — Si on prend ensuite, derrière Biert, le chemin qu'on ouvre dans la direction du Pech-d'Arbiel, on trouve d'abord un *gneiss noduleux* à mica noir, tantôt aréniforme, tantôt compacte, traversé par de nombreux filons de quartz, de granulite et de pegmatite tourmalinifère.

o. — Puis, *gneiss feuilletés* et *gneiss leptynoïdes* très micacés, recoupés par des pegmatites à feldspath microcline.

Terrain archéen. — p. — *Phyllades gneissiques* et *schistes micacés*, traversés par de gros filons de *granite à mica blanc* (granulite) ; ils sont suivis par des *schistes satinés* pétrosiliceux ; plus loin ces *schistes micacés* réapparaissent à la faveur du plissement des assises ; ici, comme dans la vallée de l'Arac, ce sont des phyllades modifiés par les pegmatites.

q. — Entre le hameau de Lardecail et le col de la Crouzette, aussi sur le versant nord de ce col, s'étendent de grandes masses schisteuses, les unes ayant un satiné assez vif qui les rapproche des schistes précédents, les autres un aspect terne, argiloïde que nous retrouverons plus loin

dans des schistes argileux d'une zone plus élevée; toutefois, la présence de schistes micacés en divers points et leur concordance avec les couches archéennes, me portent à les considérer comme des schistes archéens altérés transformés partiellement en schistes argileux; ils ressemblent d'ailleurs beaucoup aux schistes de Saint-Lô des environs de Carhaix et de la baie de Douarnenez (Bretagne). Leur couleur varie du gris cendré au gris verdâtre et au noirâtre. Au col de la Crouzette, ils sont traversés par du quartz chlorité. Plongeant fortement vers le nord aux environs de Lardecail, ils se relèvent ensuite pour atteindre presque la verticalité aux abords de la crête; ils sont en discordance avec les couches de la zone suivante.

Silurien inférieur (cambrien). — r. — Masse considérable de *schistes verts ou rouges*, mêlés de schistes gris ou noirâtres. Ces schistes argileux, dont la puissance est voisine de 1,000^m s'il n'existe pas de plis isoclinaux, plongent vers le nord sous un angle variant entre 40° et 60°, et sont, par suite, discordants avec les couches qui précèdent. De nombreux filonnets de quartz les traversent.

s. — *Schistes quartzeux rubanés*, mêlés de schistes gris et noirs. Ils appartiennent au même système que les précédents et partagent leur allure. Ils ressemblent assez, sauf leur état argiloïde, aux schistes quartzeux du Castelet (vallée de l'Ariège) et à ceux que nous trouverons à la Plagne de Sentein, au-dessous des schistes carburés qui supportent le calcaire métallifère.

Silurien moyen. — t. — *Schistes carburés* noirs et gris cendré, sensiblement verticaux.

u. — *Calcaire métallifère à encrines*. — Avant d'arriver aux Courets, on rencontre des masses puissantes d'un calcaire dolomitique, roussâtre et rugueux à la surface, gris-cendré dans la cassure, se dressant en bancs subverticaux. C'est l'horizon du calcaire métallifère de Riverenert; au sud des Cabesses, il est mêlé de calschistes lustrés et renferme des traces d'encrines.

Dévonien. — En face les Courets, *Calcaires marmortéens*, entrelacés par places, ayant tous les caractères des marbres du dévonien supérieur. Quoique très brouillés dans le détail, ils plongent nettement en aval dans la direction du nord et sont, par suite, discordants avec le calcaire métallifère.

Carbonifère. — En descendant vers Rimont, on ne tarderait pas à trouver, affecté d'ondulations nombreuses, un puissant système de *schistes argileux carbonifères* que surmontent des conglomérats *permien*s et *triasiques*.

NOTA. — L'âge du calcaire métallifère présente ici beaucoup d'incertitude. Sa juxtaposition au calcaire entrelacé me porterait à l'attribuer, à l'exemple de MM. Mussy et de Lacvivier, au terrain dévonien avec lequel il a, d'ailleurs, maintes ressemblances; il occuperait ainsi, comme cela paraît avoir lieu dans l'Hérault, un horizon inférieur à celui des griottes. Toutefois, sa discordance avec le calcaire dévonien m'a déterminé à le

rapprocher des schistes argileux siluriens dont il partage l'allure et à le rapporter par suite, comme dans la Haute-Ariège, au silurien moyen.

En somme, la succession, pour la dernière partie de la coupe, peut se résumer ainsi qu'il suit à partir du dévonien :

Silurien moyen. — Calcaire métallifère à encrines. — Schistes carbonés noirs ou gris cendré.

Silurien inférieur. — Schistes argileux vert clair ou rouge vif, plus rarement gris cendré, avec schistes argileux rubanés par du quartz

— Sans pegmatite, mais avec filons de quartz.

Archéen. — Schistes pétrosiliceux, avec phyllades gneissiques et schistes argileux micacés. — Avec pegmatites et filons de quartz.

<i>Cristallophyllien.</i>	{	Leptynites.	}	Avec pegmatites et filons de quartz.
		Gneiss feuilletés et micaschistes.		
		Gneiss glanduleux.		

La discordance est des plus marquées entre les schistes argileux du cambrien et les schistes archéens modifiés ; les premiers plongent assez régulièrement vers le nord sous une inclinaison modérée, tandis que les schistes archéens ont une inclinaison voisine de 90°, et présentent, surtout aux environs du hameau de Lardecail, des perturbations nombreuses. L'archéen et le cambrien sont donc nettement séparés ; en outre, dans le premier étage, les pegmatites sont très répandues, tandis qu'on n'en voit pas dans le second ; d'autre part, les roches archéennes ont une cristallinité très accusée, qui contraste avec l'état terreux, la pâte argiloïde, l'éclat terne des schistes siluriens.

Il semble, en outre, qu'il y ait discordance dans la direction générale des assises : N.E.-S.O. pour l'archéen, elle est habituellement E.-O. pour les schistes argileux du silurien.

Remarquons, d'autre part, l'extrême profusion des pegmatites, granulites et, en général, des roches à mica blanc dans l'archéen ; c'est à ces roches éruptives qu'est souvent dû le développement du mica dans la masse des schistes.

D'autre part, la connexion étroite qui existe entre les granulites de Coulia et les leptynolites maclifères du terrain archéen, semble indiquer qu'il y a là une relation de cause à effet. J'ai observé le même fait sur d'autres points, et notamment aux environs de Bagnères-de-Luchon.

Coupe entre Aleu et Riverenert, par Soulan.

Cette coupe, transversale par rapport à la vallée principale, passe par Aleu, traverse l'Arac au niveau de Castet, monte par Saint-Pierre et Boussan jusqu'à une dépression placée au nord de la montagne de

Calamane, et, franchissant ensuite le col d'Erp, s'infléchit vers le Nord-Est, dans la direction de Riverenert, où elle se termine.

En allant du sud au nord, on trouve successivement :

- a. — *Schistes et grès d'Aleu*, attribués, suivant les auteurs, au jurassique ou au crétacé.
- b. — Entre Aleu et Castet, *gneiss* avec filons de pegmatite et de granite (le détail en sera donné dans la coupe des environs d'Aleu.
- c. — *Granite gris de Soulan*, constituant toutes les éminences mamelonnées qui s'étagent au nord de l'Arac et s'élèvent graduellement jusqu'à la montagne de Calamane; la roche vive n'est visible que sur quelques points (Villeneuve, La Chapelle, pentes situées plus amont, etc.); presque toujours, en effet, le granite est transformé en arènes ou recouvert d'une couche épaisse de terres jaunâtres ou rougeâtres résultant de sa décomposition. Par places, le granite devient

N.N.O.

S.S.E.

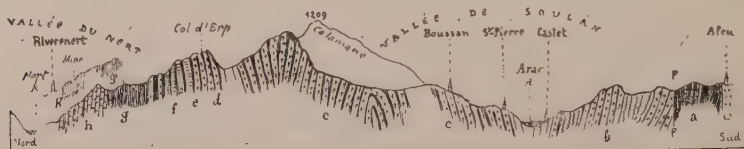


Fig. 30. — COUPE ENTRE ALEU ET RIVERENERT (au $\frac{1}{90.000}$ environ.)

amphibolifère, comme celui que nous trouverons entre Castet-d'Aleu et Pontaut. Nous verrons, d'ailleurs, que ce granite passe au gneiss granitoïde par l'alignement du mica.

- d. — Sur le col qui est au-dessus de Boussan, on rencontre un éboulis de roches schisto-cristallines. Plus loin, vers le col d'Erp, on trouve ces mêmes roches en place; à peine, en effet, est-on arrivé sur le versant de Riverenert, que le *gneiss* se montre nettement en bancs subverticaux, faiblement inclinés vers le sud et dirigés E.O. La roche est jaunâtre et tend à la décomposition.
 - e. — Puis, on trouve des *gneiss leptynoides*.
 - f. — Plus bas, des *schistes satinés et pétrosiliceux*, avec schistes argileux micacés.
 - g. — Des *schistes carburés à chiastolite*, bleuâtres ou noirs, en grande partie masqués par la végétation.
 - h. — Du *calcaire gris cendré, à encrines*, alternant avec de minces bancs de calschistes; au-dessus de Riverenert, cette formation s'élève en rochers escarpés et prend un faciès un peu différent; le calcaire y domine et contient un gîte puissant de fer oxydulé pyriteux, qui est l'objet d'une exploitation importante.
- En s'élevant au-dessus de la mine, et, par conséquent, dans la direction du sud, on retrouve immédiatement, au delà du calcaire métallifère (h'), la zone (g') des *schistes carburés*.

En somme, dans cette série, mêmes termes à peu près que dans la vallée de l'Ariège, entre Ax et les Cabannes, comme on peut le voir par le tableau suivant :

Silurien moyen. — Calcaire métallifère à encrines, avec fer oxydulé.

Schistes carburés à chialtolite.

Archéen. — Schistes satinés et pétrosiliceux, avec schistes argileux micacés.

Terrain primordial. — Gneiss feuilletés et leptynoïdes. — Gneiss granitoïde.

La zone des quartzites et des schistes cambriens est probablement masquée par la végétation abondante et les éboulis qui couvrent, en grande partie, le petit chemin qui conduit du col d'Erp à Riverenert.

Remarquons, en outre, qu'ici aussi nous constatons la présence d'un gîte de minerai de fer au-dessus des schistes carburés inférieurs ; seulement, le fer, au lieu d'être, comme dans la région des Cabannes et de Vicdessos, à l'état de carbonate ou d'hydroxyde en dérivant, se trouve à l'état d'oxydure magnétique et gît, non dans le calcaire métallifère lui-même, mais dans des schistes subordonnés au calcaire, et, pour employer le langage du mineur, au mur de ce calcaire. A Puymorens, nous avons déjà constaté que le fer oxydulé se trouve aussi dans une formation schisteuse. Dès lors, il semble qu'on soit autorisé à penser que la nature de la roche traversée par les filons ferrières a exercé une influence sur la nature du minerai, ou plutôt sur son état d'oxydation.

Coupe entre Alos et Mondette, par Lacourt.

Cette coupe, d'abord orientée S.O.-N.E., suit de près la rivière d'Alos et descend ainsi jusqu'aux bords du Salat. A partir du con-



Fig. 31. — COUPE ENTRE ALOS ET MONDETTE, PAR LACOURT (au $\frac{4}{70000}$).

fluent, elle côtoie cette rivière, se tenant sur la rive gauche jusqu'à Lacourt ; puis elle passe sur la rive droite entre Lacourt et Saint-Girons. L'ensemble dessine vaguement un arc de cercle à courbure peu prononcée.

Dans ce trajet, on recoupe d'abord des terrains secondaires servant de bordure au massif granitique qui s'étend au sud d'Alos. Avant d'arriver au confluent de la rivière d'Alos et du Salat, les roches cristallophylliennes et les granites qui forment leur soubassement se montrent jusqu'à Lacourt; à partir de cette localité, et butant par faille contre le granite de Lacourt, se développe la série normale des terrains sédimentaires ne présentant que de rares lacunes.

La légende explicative ci-dessous exposée donne le détail de cette succession :

- a. — *Calcaire jurassique et crétacé.* — Calcaires urgoniens et jurassiques formant la continuation des crêtes de Surroque.
- b. — *Schistes crétacés.* — Schistes argileux, noirâtres ou brunâtres; ils paraissent être sur le prolongement des schistes du nord de Surroque dans lesquels M. de Lacvivier indique des ammonites du gault.
- F. — Faille.
- c. — *Gneiss leptynoïdes.* — Gneiss leptynoïdes traversés par des granulites, les uns grenatifères, les autres tourmalinifères.
- d. — *Granite-gneiss.* — Gneiss granitoïde et granite à mica noir, aréniformes, présentant des cristaux d'amphibole verte. Ces deux roches, qui passent l'une à l'autre, sont traversées par des filonnets de microgranulite verdâtre, formant de petits dikes dans la roche décomposée.
- e. — *Granite à orthose.* — Granite à orthose et à mica noir ou verdâtre. Le feldspath est fréquemment teinté de jaune. Cette roche est recoupée par des filons d'un granite à oligoclase que nous trouverons amplement développé aux environs de Lacourt, et aussi par des filons de quartz plus ou moins riches en pyrites.
- f. — *Granite à oligoclase de Lacourt.* — Granite à oligoclase de Lacourt, à mica ferro-magnésien et oligoclase cireux, gris-verdâtre, faiblement translucide. Le quartz et l'orthose y sont rares, la pyrite de fer cristallisée s'y montre en plusieurs points. Ces masses granitiques forment les escarpements auxquels sont adossées les maisons de ce village.
- f'. — *Granite à oligoclase.* — Sur la rive droite du Salat, le même granite se poursuit sous la forme d'un escarpement abrupt; le granite à oligoclase y domine, mais on y trouve aussi du granite à orthose et des pegmatites. Le gneiss et autres roches schisteuses paraissent y faire absolument défaut.
- g. — *Schistes carburés maclifères d'Erp.* — En suivant la même rive, on rencontre le ruisseau d'Erp. Son lit est creusé dans des schistes noirs fortement carburés, accidentés par des paillettes brillantes de graphite et des prismes presque aciculaires de macle altérée. De gros filons de quartz traversent ces roches et en englobent, parfois, des fragments anguleux. Les schistes maclifères se développent tout le long de la route sur une longueur de plusieurs centaines de mètres; on les retrouve sur un sentier conduisant à une ancienne tour-signal; ils représentent la zone des schistes carburés inférieurs.
- h. — *Schistes siliceux et quartzites.* — Au-delà viennent, correspondant

à des reliefs abrupts, des schistes siliceux, des quartzites mêlés de schistes argileux micacés. Toutes ces roches, qui ne se voient guère qu'à l'état d'éboulis sur le flanc occidental du monticule d'Erp, tiennent la place du cambrien et forment une sorte de voûte.

g'. — Plus loin, en effet, on retrouve, sur la route de Saint-Girons, les *schistes carburés* avec pyrites de fer et filons de quartz.

i. — *Calcaires cariés*. — Au bord d'un ravin qui prend aussi son origine dans la commune d'Erp, on distingue des roches fortement contournées, roussâtres à la surface comme beaucoup de marbres dévoniens, mais qui, examinées de près, se montrent formées par de minces alternances de calcaires grisâtres et de parties terreuses, en quelque sorte cariées; celles-ci, offrant moins de résistance aux agents de destruction, se dessinent en creux, tandis que les parties calcaires sont en relief; cet état carié, cette rugosité qui se retrouvent dans beaucoup de marbres entrelacés, contribuent à donner à ces roches un faciès dévonien très accusé.

j. — *Calcaires rubanés*. — Plus loin, une carrière est ouverte dans la montagne pour l'empierrement de la route: on en extrait des calcaires blancs ou grisâtres, ordinairement très compactes et vaguement rubanés. On les exploite aussi sur l'autre rive du Salat.

k. — *Calcaires métallifères d'Encourtiech*. — A l'entrée du vallon de Nert, on trouve un calcaire roussâtre très ferrifère. Il plonge fortement vers le sud sous un angle de 40 à 50 degrés. C'est l'horizon du calcaire métallifère de Riverenert. En remontant le Nert, les mêmes roches continuent avec des tons roussâtres ou rougeâtres; parfois, elles renferment du manganèse. Leur allure change fréquemment, et plus haut, on les voit plonger vers le nord.

l. — *Calschistes et schistes ardoisiers*. — Laissons le vallon du Nert, dont nous avons vu en partie la constitution à propos d'une coupe précédente, et poursuivons notre route le long du Salat. A une centaine de mètres à partir du bas de la vallée, affleurent des schistes et des calschistes bleuâtres ou verdâtres comme métallisés à la surface et devenant parfois ardoisiers.

m. — *Schistes manganésifères*. — Au-delà se montrent, mêlées à quelques brèches du nature variée, des roches roussâtres, schisteuses ou calcaires, plus ou moins imprégnées de manganèse; elles sont fréquemment cariées et leurs cavités renferment de l'oxyde de manganèse, mêlé presque toujours à du fer hydroxydé. Ce système est très développé le long d'un chemin qui monte, à partir de la Moulasse, vers Encourtiech. Les schistes manganésifères sont parfois étroitement liés à des marbres amygdalins avec lesquels ils forment quelques alternances. Cette formation, dans laquelle il est difficile d'établir des subdivisions, est très tourmentée: les assises changent fréquemment d'inclinaison et de pendage, ce qui annonce des plis multipliés; en outre, elles sont souvent ondulées dans le sens de leur direction. Je suis porté à y voir l'équivalent des roches à trilobites de Cathervielle et du col de Peyresourde et à rattacher par suite cet ensemble à la base du dévonien.

- n. — *Calcaires amygdalins*. — Avant d'arriver à la belle usine de la Moulasse, on recoupe de nombreux bancs calcaires : des calcaires gris cendré, parcourus de veines blanches de calcite ; des calcaires blancs légèrement rosés ; des griottes rouges qui se retrouvent vers l'est, dans le fond du vallon du Nert où ils sont exploités ; des calcaires rosés et des calschistes présentant des enduits onctueux et nacrés. Cette série, qui est affectée de nombreuses ondulations, représente sans aucun doute la zone des calcaires amygdalins, et par conséquent le dévonien supérieur.
- o. — *Calcaires et schistes de la Moulasse*. — Devant la Moulasse une carrière est ouverte dans des dalles de calcaires noirs et de calschistes entremêlés de schistes noirâtres ; le tout est habituellement veiné de blanc et parsemé de pyrites cubiques. Ces assises sont disposées en voûte ; lorsqu'on s'élève au nord de la carrière, on les voit plonger vers le sud et passer à des calcaires bleuâtres vaguement entrelacés. Cette texture tendrait à rattacher, malgré leur couleur sombre, ces calcaires à l'étage dévonien.
- p. — *Quartzites et lydiennes*. — Au-delà viennent quelques roches quartzueuses, représentées soit par des quartzites très cariés rappelant la meulière, soit par des brèches à phtanites. On sait que les phtanites ou lydiennes forment dans le terrain dévonien de l'Hérault un horizon très constant, comme l'a montré M. de Rouville. Ce niveau semble correspondre, d'autre part, à la zone de quartzites de la haute vallée d'Oueil et du Monné que Leymerie plaçait au-dessus des griottes à la partie supérieure du dévonien.
- p'. — *Calcaire ferrugineux*. — Aux abords du ravin qui se termine à Mondette, ces roches quartzueuses sont suivies de quelques bancs de calcaire ferrugineux.
- q. — *Schistes carbonifères de Mondette*. — Aux environs de Mondette, vient affleurer l'intéressante série des schistes de Larbont que M. Mussy (1) a désignés sous le nom de « schistes tenant la place du terrain houiller » et que M. Louis Lartet, d'après l'examen de fossiles découverts en partie par M. Rougé, instituteur à Larbont, en partie recueillis par lui-même, d'après aussi des observations stratigraphiques très suivies dont le résultat a été publié dans les *Comptes-rendus de l'Académie des sciences* (2), a reconnus comme faisant partie du terrain carbonifère et plus spécialement du culm.

Cette zone est représentée par des schistes argileux, roussâtres ou brunâtres, à teintes fauves, passant à de petites dalles de calschistes de nuance analogue, dans lesquels se montrent parfois des veines d'un rose vif qui sont formées par de la diallogite. Le manganèse y existe d'ailleurs à d'autres états ; c'est à ce corps que sont dûs les tons roussâtres ou brunâtres de ces roches et les enduits à reflets métalliques qui se montrent à leur surface. Elles ont, d'ailleurs, une ten-

(1) Mussy. — Possibilité de l'existence du houiller dans l'Ariège (B. S. G. 2^{me} série, XXVII. — 1869.

(2) Lartet. — Sur le terrain carbonifère des Pyrénées centrales (C. R. 4 août 1884).

dance à se débiter en écailles légèrement recourbées; aussi s'abattent-elles facilement sous le choc du marteau. Sur ce point, je n'y ai pas rencontré les *Productus* et autres fossiles qu'on a découverts à Larbont, mais aucun doute ne peut être soulevé sur leur identité, d'autant plus que M. Roussel (1), qui a sa part dans la découverte du terrain carbonifère dans l'Ariège, les a suivis de proche en proche depuis la vallée de l'Ariège jusqu'à celle du Salat. Si on fait abstraction de quelques perturbations accidentelles aisément négligeables, on voit que le plongement général de ces assises est dirigé vers le sud.

- r. — *Conglomérat permien* (?) — Au-dessus du terrain carbonifère, et autant avec lui en stratification discordante, se montrent des argilolites rouges alternant avec des poudingues grossiers à ciment argilo-ferrugineux, des psammites micacés, des grès à ciment calcaire. Ces roches clastiques sont presque toujours d'un rouge lie-de-vin, plus rarement elles sont marbrées de gris-verdâtre. Le ciment étant formé non par du quartz, mais par l'argile ou de la marne, ces conglomérats sont faiblement cohérents; on y trouve çà et là quelques infiltrations de barytine en petites masses spathiques, transparentes ou translucides. Le faciès rutilant de ces roches, leur composition minéralogique, les rapprochent des grès permien de l'Hérault, de l'Aveyron et de la Rhune, et rappellent les conglomérats du *Rothe todte liegende*. Leur épaisseur est de 60 à 80 mètres.
- s. — *Conglomérat triasique*. — Au-dessus on trouve d'autres roches clastiques, grès et poudingues, mais d'un caractère tout différent. Le ciment est quartzeux, de sorte que les arkoses, le métaxite et autres grès siliceux prédominent sur le psammite et autres grès argileux; en outre, par suite de cette imbibition de silice les roches sont plus cohérentes; de plus, presque toujours elles sont blanches ou, du moins, peu colorées. Le quartz joue un grand rôle dans la composition de ces roches; non-seulement il forme le ciment, mais encore la majorité des galets empâtés dans ce ciment; on trouve, en outre, sillonnant la masse de ces roches, des veinules de quartz calcédonieux, probablement d'origine hydro-thermale, comme les imprégnations cuivreuses qui l'accompagnent. Ces conglomérats, essentiellement quartzeux, ne sont autres que ceux qui, presque partout, se montrent à la base du trias, en contact plus ou moins immédiat avec les marnes gypseuses du Keuper. L'indépendance de ces deux ordres de conglomérats dans beaucoup de points des Pyrénées, la différence de leurs caractères minéralogiques, semblent légitimer leur séparation; comme dans l'Aveyron, comme à la Rhune, il paraît y avoir dans cette partie du Saint-Gironnais, deux dépôts distincts, l'un relevant du permien, l'autre du trias.
- t. — *Calcaires et cargneules*. — Au-dessus de ces masses détritiques s'élèvent des bancs rocheux assez puissants: le calcaire y domine,

(1) Roussel. — Dévonien et carbonifère de Larbont et Saint-Antoine (Foix, 1885).

mais la dolomie n'y est pas rare, passant souvent, surtout du côté du nord, à des roches cariées, caverneuses, et à de véritables cargneules. Ces assises, concordantes au début avec les grès triasiques et plongeant comme elles vers le nord, se redressent peu à peu pour s'infléchir finalement vers le sud; elles semblent tenir la place du Muschelkalk (1).

ω. — *Ophite de Palètes*. — Au-delà vient le pointement ophitique de Palètes; son état de décomposition sur les bords ne permet guère de voir ses rapports avec les terrains adjacents; l'ophite semble néanmoins avoir dérangé les cargneules qui la bordent vers le sud; elle ne se tient pas, d'ailleurs, toujours au même niveau relativement au calcaire qui l'avoisine, car la zone de contact est marquée par une ligne sinueuse, particularité qui semble peu favorable à l'origine sédimentaire que certains géologues ont attribué à l'ophite.

u. — *Marnes bariolées de Pégoumas*. — Au-delà de Palètes et surtout vers Pégoumas, se développent des marnes bariolées attribuées, depuis longtemps, au Keuper; c'est la continuation de la bande dans laquelle est creusée, sur une grande partie de son parcours, la route de Saint-Girons à la Bastide-de-Sérou. Ces dépôts versicolores, gîte habituel du sel gemme et du gypse, paraissent, ainsi que l'a montré M. Dieulafait, avoir emprunté la majeure partie de leurs éléments aux roches ophitiques qui les accompagnent presque constamment.

Jurassique de Saint-Girons. — La série des terrains jurassiques se développe ensuite le long de la route, nous conduisant jusqu'à Saint-Girons.

La coupe précédente, levée pour la première fois par Dufrénoy, a été reprise plus tard par divers géologues. La plupart de ces coupes portent surtout sur la région avoisinant Saint-Girons; aucune ne dépasse Lacourt. D'ailleurs, j'ai introduit, en ce qui concerne les formations les plus anciennes, quelques modifications qui m'ont engagé à la reprendre entièrement.

Charpentier donne aux terrains de transition une extension exagérée; il leur attribue toute la rive droite du Salat, y compris même le Jurassique de Saint-Girons.

Dufrénoy indique dans sa carte, non seulement les terrains de transition, mais encore le Trias et le Jurassique; toutefois sa coupe, très succincte, semble affecter uniquement la zone comprise entre Mondette et Pégoumas; nous y trouvons indiqué, comme reposant en discordance sur les terrains de transition, un poudingue grossier surmonté par des bancs de grès que suivent, à leur tour, des dolomies et de l'ophite (2).

(1) M. Jacquot a retrouvé, dans le trias pyrénéen, les trois termes du trias de la Lorraine (C. R. 21 juin 1886. — Voir notre analyse critique). D'autre part, M. Stuart Menteath a tout dernièrement contesté l'existence du Muschelkalk dans les Pyrénées.

(2) Dufrénoy. — *Explication de la carte géologique*, tome III, 1^{re} partie, p. 150.

Magnan (1) a levé, entre Ségalas et Lasserre, une coupe intéressant la région qui nous occupe. En descendant le Salat, à partir de Lacourt, il signale d'abord le Cambrien qui se prolongerait jusqu'à la rivière de Nert, où une faille le met en contact avec le Dévonien; une autre faille, passant vers Mondette, fait buter le Dévonien contre les trois étages successifs du Trias : Trias inférieur, composé de grès et conglomérats; Trias moyen, composé de calcaires et dolomies qu'il regarde comme l'équivalent du Muschelkalk; enfin, au-dessus d'une couche d'ophite qui, pour lui, est sédimentaire et parfaitement concordante avec les roches adjacentes, il place le Trias supérieur représenté par les masses gypseuses et bariolées de Keuper. Au-delà vient la série jurassique dont il a le mérite de distinguer les principales assises.

Malgré quelques imperfections de détail, cette coupe constitue un grand progrès sur les précédentes : l'allure générale des assises est bien représentée à partir du Trias; nous n'admettons, néanmoins, ni ses vues sur la nature sédimentaire de l'ophite, ni l'attribution au Cambrien de toute la série qui se trouve entre Lacourt et la vallée du Nert.

M. Mussy (2) a mal délimité, aux environs de Lacourt, la part du grès et du granite dans le terrain granitique; les schistes et calcaires secondaires qu'on trouve sur le chemin d'Alos, sont placés dans le silurien inférieur et le silurien supérieur.

Il est le premier à attribuer au silurien inférieur les schistes carbonifères, quartzites et schistes siliceux du vallon d'Erp; le premier aussi il regarde comme dévoniennes les formations avoisinant le Nert et a le mérite de reconnaître, avec le seul secours de la stratigraphie, que les schistes de Mondette appartiennent au carbonifère; mais, par une réserve louable, n'y ayant pas trouvé de fossiles, il les figure, sur sa carte, sous le nom de « *schistes tenant lieu de terrain houiller.* » La succession des assises qui suivent est généralement bien indiquée et bien délimitée sur la carte.

M. de Lacvivier (3) a repris cette coupe, mais il ne semble guère avoir apporté de renseignements nouveaux. Il fait buter par faille l'ophite contre le calcaire qui est pour lui de la brèche jurassique; ne tenant pas compte des observations de M. Mussy, il attribue au Dévonien les schistes de Mondette dont il a, d'ailleurs, bien indiqué l'allure, aussi les calcaires noirs de la Moulasse, les calcaires et schistes d'Encourtiech, et à tort, selon nous, les calcaires siliceux de la rive

(1) Magnan. — Matériaux pour une étude stratigraphique. (An. crit.; p. 82)

(2) Mussy. — Texte explicatif.... (Voir An. crit.; p. 62).

(3) De Lacvivier. — Etudes géologiques.... (id., p. 102).

gauche du Nert. Il insiste peu sur le silurien d'Erp et fait passer par Lacourt une zone de micaschistes que nous n'y avons pas vue.

M.-Roussel (4) a publié, entre autres coupes relatives au terrain carbonifère de l'Ariège, une coupe longeant le Salat. Il reconnaît que les schistes de Mondette, désignés déjà par M. Mussy sous le nom de « schistes tenant lieu de houiller, » sont bien sur la continuation des schistes de Larbont attribués par M. Lartet au terrain carbonifère. Sa manière de voir en ce qui concerne les assises qui sont au-dessous, ne me paraît pas très fondée; je ne crois pas, notamment, que les calcaires de la rive gauche du Nert appartiennent au même niveau que ceux de la Moulasse.

Bien que la légende explicative de cette coupe nous ait entraîné à de longs développements, nous y insisterons encore un peu, parce que cette région mérite, à notre avis, de devenir classique pour les Pyrénées, et à ce titre nous ajouterons, comme complément, un tableau récapitulatif indiquant dans quel ordre se succèdent les divers termes de cette série.

En procédant des zones les plus récentes aux plus anciennes, on trouve successivement :

		T ³ — Marnes bariolées et gypseuses de Keuper. Ophite de Palètes.
TRIAS.		T ² — Dolomies, cargneules et calcaires à encrines, tenant la place du Muschelkalk.
		T ¹ — Poudingues quartzeux, grès siliceux, arkoses, métaxites.
PERMIEN (?). . .	P	— Conglomérats argilo-ferrugineux, avec psam- mites rouges et argilolites.
CARBONIFÈRE. .	H	— Schistes et calcaires manganésifères à <i>productus</i> (série des schistes du Larbont). Quartzites et phthanites. Calcaires et schistes de la Moulasse.
		D ³ — Calcaires amygdalins, griottes.
DÉVONIEN. . .		D ¹ — Schistes manganésifères (horizon des schistes à <i>phacops</i> de Cathervielle).
		S ^{2b} (?) — Calcaire métallifère de Riverenert, avec calcaires siliceux et schistes subordonnés.
SILURIEN. . .		S ^{2a} — Schistes carburés maclifères d'Erp (schistes carburés inférieurs).
		S ¹ — Schistes siliceux et quartzites (horizon des schistes rubanés quartzeux du Castelet).

(4) Roussel. — Dévonien et carbonifère... (An. crit., p. 104).

A Lacourt, la série est interrompue par une faille qui fait buter le terrain silurien contre le granite massif; mais la partie de la coupe levée entre Alos et Lacourt complète, sauf quelques lacunes, la série vers le bas.

CRISTALLOPHYLLIEN. . $\left\{ \begin{array}{l} G^2 \text{ — Gneiss leptynoïdes et leptynites ; gneiss feuilletés.} \\ G^4 \text{ — Granite-gneiss ou gneiss granitoïde.} \end{array} \right.$

Dans cette succession on peut remarquer l'absence du terrain archéen et du silurien supérieur. Le premier étage est sans doute perdu dans la faille qui se trouve au nord de Lacourt; quant au second, son absence tient-elle à une faille passant par la vallée du Nert, ou bien simplement à une lacune dans la sédimentation? Les perturbations des assises dans le vallon de Riverenert me feraient plutôt pencher vers la première hypothèse.

Coupe de l'Arac entre Biert et Castet d'Aleu

La coupe entre Biert et Castet d'Aleu suit fidèlement le cours de l'Arac; il serait d'ailleurs difficile de s'en écarter, à cause des escarpements qui l'accompagnent presque sans interruption.

Fig. 32. — COUPE DE L'ARAC, ENTRE BIERT ET CASTET D'ALEU.



Quand on descend le torrent, à partir de Massat, après les escarpements calcaires (C¹) du Ker de Biert, des schistes (J) jurassiques (?) et un petit pointement ophitique (ω) situé à peu de distance de cette localité, on trouve la succession ci-dessous indiquée :

- b. — Gneiss noduleux ou porphyroïde, faiblement talqueux près de l'ophite.
- c. — Gneiss fibreux et feuilleté, traversé par des filons de pegmatite micacée et tourmalinifère, atteignant parfois 8 à 10 mètres de puissance.
- d. — Gneiss leptynoïdes et leptynites; ces dernières roches sont grenues et rubanées sur la tranche; suivant que c'est le feldspath ou le mica qui domine dans leur masse, elles ont un faciès tout différent, ce qui nous amène à les distinguer en leptynites micacées et leptynites feldspathiques. Toute cette zone, d'ailleurs nettement stratiforme, est recoupée par de gros filons de quartz et de hyalomicté.

- e. — *Schistes satinés*, gris cendré et *schistes rubanés pétrosiliceux* traversés par d'énormes filons de quartz ; leur faciès les rapproche des roches que, dans la Haute-Garonne, Leymerie a désignées sous le nom de phyllades gneissiques. Leur richesse en mica les a presque toujours fait prendre pour des micaschistes, mais ici le quartz est rare ; l'élément feldspathique, au contraire, s'y montre prédominant.
- f. — Au-dessus, sont des *quartzites* et *schistes quartzeux* cambriens surmontés de *schistes carburés* ; M. de Lacvivier a signalé, dans ces parages, du calcaire ; s'il en existe au point où il l'a figuré sur sa carte, il ne saurait appartenir à l'horizon des cipolins.

Jusqu'ici, toutes les assises plongeaient nettement vers l'aval, c'est-à-dire vers le nord ; mais à mi-distance entre Biert et Castet, et en particulier au voisinage du curieux méandre appelé dans le pays « *Grand Tour de l'eau*, » l'allure des couches devient tourmentée et le pendage change plusieurs fois de sens. Jusqu'ici, on avait monté chronologiquement dans l'échelle des terrains ; dès lors, la même série se reproduit, mais en sens inverse, moins nette, il est vrai, à cause des contournements de la route.

- a. — Après les schistes satinés pétrosiliceux, les leptynites, les gneiss feuilletés, les gneiss noduleux, on se trouve en présence d'une roche que nous n'avions pas encore rencontrée dans la première partie de cette coupe : c'est le *gneiss granitoïde*, roche essentiellement protéique, passant tantôt à un granite à mica noir, tantôt à un gneiss faiblement orienté ; roche ambiguë, souvent aréniforme, servant de substratum à toutes les autres assises. Son absence aux environs de Biert, tient probablement à l'existence d'une faille qui fait buter le gneiss noduleux contre l'ophite ; mais, elle prend un grand développement dans le bassin de Soulan, et surtout entre Castet et Pontaut, où nous la retrouverons.

Ainsi, entre Biert et Castet, la vallée de l'Arac affecte la forme d'un grand pli synclinal un peu froissé vers le milieu, pli dont les ailes sont formées par les terrains les plus anciens (terrain primordial), et dans lesquelles s'emboîtent, en quelque sorte, et tour à tour, les diverses zones de l'archéen et de la base du silurien.

La succession de haut en bas est donc la suivante :

Terrain silurien. — Schistes carburés (base de silurien moyen).

Terrain cambrien. — Schistes siliceux et quartzites.

Terrain archéen. — Schistes pétrosiliceux et schistes satinés.

<i>Terrain primitif ou cristallophyllien.</i>	{	G ²	{	Gneiss grenus (gneiss leptynoïdes) et leptynites.
				Gneiss feuilleté et fibreux.
	{	G ⁴	{	Gneiss noduleux.
				Gneiss granitoïde ou granite gneissique.

Coupe détaillée entre Aleu et Soulan.

Cette coupe donne le détail d'une partie de la coupe levée entre Aleu et Riverenert; elle suit le chemin même qui monte de Castet à Aleu: elle montre que le granite-gneiss fondamental de Soulan est recoupé par diverses roches granulitiques qui lui ont fait subir une action métamorphique; des gneiss plus récents et des leptynites

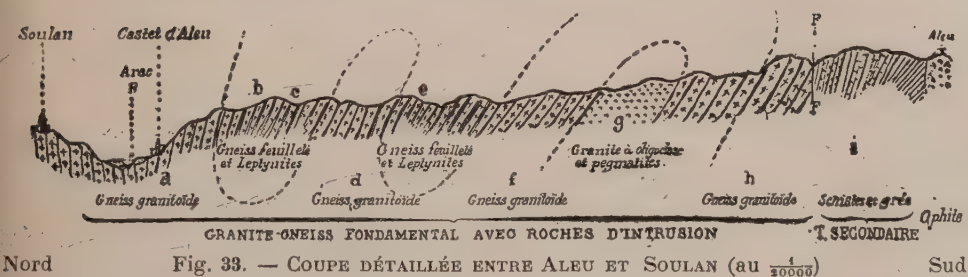


Fig. 33. — Coupe DÉTAILLÉE ENTRE ALEU ET SOULAN (au $\frac{1}{20000}$)

nites sont logés dans ses plis. Voici la légende de cette coupe à partir des bords de l'Arac :

- a. — Granite-gneiss aréniforme de Soulan.
- b. — Gneiss feuilleté et leptynites.
- c. — Gneiss divers, très kaolinisés, avec veines de pegmatite qui les changent en gneiss granulitiques.
- d. — Gneiss granitoïde à éléments moyens, fréquemment aréniforme; par places et dans la profondeur, il passe à un gneiss gris très dur à mica faiblement orienté. C'est la roche que nous avons trouvée au début de cette coupe.
- e. — Gneiss feuilleté et leptynites, correspondant à la zone b.
- f. — Granite-gneiss avec filons de pegmatite tourmalinifère, mesurant parfois 3 mètres d'épaisseur. Les bancs de gneiss sont nettement accusés et plongent, comme le système précédent, vers le nord.
- g. — Granite à oligoclase passant par places à du granite protoginique.
- h. — Gneiss aréniforme, décomposé, traversé par des pegmatites et des granulites. Dans leur voisinage le gneiss s'imprègne de mica blanc.
- i. — A ces roches granitoïdes succèdent immédiatement, sans transition aucune, des assises sédimentaires fréquemment terreuses, que M. de Lacvivier attribue au turonien, mais dont plusieurs relèvent probablement du jurassique. Ce sont d'abord des grès en dalles minces, des marnes bleuâtres jaunâtres, puis des schistes terreux, couleur marron, alternant avec des dolomies gris-bleuâtre. Cet ensemble bute contre l'ophite d'Aleu, ophite en grande partie décomposée, formant la petite éminence qui porte à l'église.

Cette coupe nous montre, juxtaposées, deux formations d'ordre très différent : d'une part la série sédimentaire d'Aleu, de l'autre, la série primitive de Soulan. Le contact a lieu très probablement par faille ; ce qui semble l'indiquer, ce sont d'abord les perturbations affectant les deux formations vers la zone du contact ; en outre, quand on suit la ligne de séparation, on voit les roches granitoïdes buter contre des terrains différents, tantôt contre les grès, tantôt contre l'ophite ; au niveau de Biert, en particulier, cette faille mettrait en contact, d'après M. de Lacvivier, le granite avec des schistes qu'il attribue au turonien.

Je n'insisterai pas plus longtemps sur les terrains secondaires, vu qu'ils ne rentrent pas dans le cadre de cette étude ; je me bornerai à résumer rapidement les caractères généraux de la formation schisto-cristalline qui se développe vers Castet-d'Aleu : nous voyons que le substratum est la roche granitoïde fondamentale, le granite-gneiss ; cette masse, qui, sur tous les points du globe, est semblable à elle-même, est percée par divers pointements ou filons de roches granitoïdes (pegmatites micacées, pegmatites tourmalinifères, granite à oligoclase), toutes roches d'intrusion ayant modifié le gneiss et transformé en partie cette roche, par imprégnation de mica blanc, en une sorte de gneiss granulitique.

Les bancs du gneiss granitoïde plongent vers le nord, d'une manière à peu près constante, sous un angle variant habituellement entre 50 et 70° ; dans les plis synclinaux de cette roche, plis qui correspondent à ceux que nous avons trouvés entre Biert et Castet-d'Aleu, sont logés des gneiss moins anciens, habituellement grenus ou feuilletés et des leptynites ; c'est dans l'axe de ces plis qu'on devrait trouver les schistes pétrosiliceux qui se montrent dans la région précédente, au voisinage du Grand-Tour de l'Eau.

Coupe entre Castet-d'Aleu et Pontaut.

Cette coupe est la continuation, vers le nord, de la coupe levée le long de l'Arac. Dans le trajet, on ne voit guère que du gneiss granitoïde, ou du granite à mica noir, roches presque toujours aréniformes et passant l'une à l'autre par les transitions les plus ménagées. Vers la fin, c'est-à-dire aux environs du château de Pontaut, se montrent, intercalés dans des gneiss moins anciens, quelques bancs calcaires faisant partie comme eux de la puissante formation cristallophyl-lienne. Ces calcaires intra-granitiques avaient été déjà signalés par M. de Lacvivier dans la région de Soulan, mais d'une manière vague et évasive ; ceux de Pontaut, indiqués ci-dessous, lui ont échappé ; d'ailleurs, aucune coupe géologique n'a été donnée à leur sujet.

Nous trouvons successivement, en partant de Castet, les masses suivantes :

- a. — Granite-gneiss aréniforme de Soulan; c'est à la désagrégation facile de cette roche qu'est dû le bassin fertile dans lequel sont disséminés les divers hameaux de cette commune.
- c. — Gneiss à éléments moyens, assez résistant, analogue à celui de Bethmale; il est traversé par quelques filons de granite.
- d. — Granite noduleux aréniforme.
- f. — Gneiss aréniforme avec filons de quartz et de pegmatite tourmalinifère; il passe insensiblement à la roche suivante.
- g. — Granite amphibolifère à éléments moyens, dont le mica ferro-



Fig. 34. — COUPE ENTRE CASTET D'ALEU ET PONTAUT (AU $\frac{1}{20.000}$).

magnésien, perdant sa couleur noire, prend, par décomposition, des tons mordorés; par altération, l'orientation du mica devient beaucoup plus sensible, et la roche prend alors le faciès du gneiss granitoïde. La décomposition boliaire y est fréquente, de telle sorte que, tout le long de la route et à mi-distance environ de Pontaut et de Castet-d'Aleu, on rencontre quantité de grosses masses sphériques ou sphéroïdales emballées en quelque sorte dans des arènes granitiques; au premier abord, on croirait y voir des roches roulées ou des amas morainiques.

Ce granite ambigu, que j'appellerai granite-gneiss, car il balance entre ces deux roches, est recoupé par des filonnets d'un granite légèrement teinté de vert et aussi par des veinules d'une granulite surtout quartzifère; sur leur parcours, le gneiss est modifié jusqu'à une certaine profondeur, le mica noir disparaît et la roche s'imprègne de pyrite de fer en petits cristaux. Les bancs de granite-gneiss sont habituellement redressés jusqu'à la verticale.

- h. — Plus loin, par suite d'un pli, ils inclinent en aval dans la direction de Pontaut; les joints de la roche sont fréquemment recouverts d'un léger enduit verdâtre qui se rattache probablement à l'altération de l'amphibole.
- i. — Avant d'arriver à Pontaut on retrouve du gneiss noduleux identique à celui dont nous avons déjà constaté l'existence près de l'ophite de Biert; entre ce gneiss et le gneiss granitoïde, il y a passage lithologique. Les pegmatites tourmalinifères se montrent çà et là.
- k. — Un peu plus loin, le gneiss devient feuilleté.
- l. — Plus loin encore, on est en présence de roches chloriteuses presque

dépourvues de quartz, passant à des sortes de pierres ollaires ; la chlorite, écailleuse ou compacte, les constitue presque exclusivement ; elles sont d'ailleurs légèrement onctueuses au toucher, donnent une poussière blanche et se laissent facilement tailler au couteau.

- m. — Elles sont en contact avec de la stéatite grossière de couleur grisâtre, renfermant quelques parties de chaux carbonatée.
- n. — A quelques mètres au-dessous du pont de Pontaut, se trouvent quelques bancs calcaires peu importants, leur puissance n'atteignant pas deux mètres, mais intéressants par leur situation au milieu de ces roches granitoïdes. Le calcaire, habituellement compacte ou faiblement grenu, est blanc ou légèrement nuancé de gris et de vert ; il renferme quelques mouches de pyrite, et, plus souvent, des grumeaux ou même des fragments anguleux, vert sombre, de matière serpentineuse.
- x. — Pegmatite en contact immédiat avec le calcaire.
- o. — Gneiss gris, à rubans assez minces, ayant environ 4 mètres de puissance.
- p. — Il est suivi d'un autre banc calcaire fortement serpentineux.
- q. — Viennent ensuite des roches finement feuilletées, au toucher onctueux, se rapportant tantôt à des gneiss leptynoïdes ou grenus, tantôt à des leptynites feldspathiques ou micacées. Quelques pegmatites à petits éléments courent çà et là dans l'intérieur de ces roches.

M. Mussy a mis dans le terrain granitique toute cette série dont l'ensemble est pourtant nettement stratifié ; M. de Lacvivier semble s'être plus rapproché de la vérité en l'attribuant au terrain de mica-schistes. A mon avis, les niveaux les plus élevés appartiennent seuls à cet étage, mais la puissante formation sur laquelle ils reposent fait incontestablement partie de l'étage des gneiss et des gneiss les plus anciens.

Cette coupe complète celle de Biert à Castet-d'Aleu, et nous montre, du haut vers le bas, la succession suivante qui renferme à peu près tous les termes de la série cristallophyllienne :

- Gneiss talqueux et leptynites ;
- Gneiss feuilletés avec intercalation de calcaires serpentineux ;
- Gneiss noduleux ;
- Gneiss granitoïde ou granite-gneiss.

VALLÉES DU GARBET ET DE L'ALETH.

Les vallées du Garbet et de l'Aleth sont les premières qu'on rencontre en passant de la Haute-Ariège dans le Haut-Salat. Celle du Garbet, la plus orientale, est formée, à son origine, par la réunion de trois gorges sensiblement perpendiculaires à la direction de la chaîne

(gorge du Garbet, gorge de l'Arse, gorge du Fouillet) venant toutes confluer dans le bassin d'Aulus.

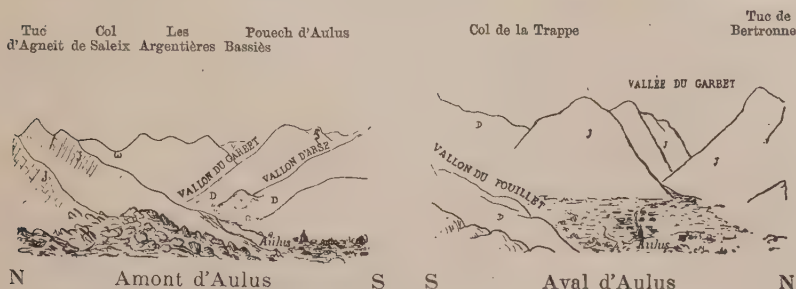


Fig. 35. — ENVIRONS D'AULUS

Dans la vallée de l'Aleth, disposition orographique analogue. Elle se compose de deux dépressions principales (vallon de l'Aleth, vallon d'Aucèse), toutes deux issues de la frontière comme les tributaires du Garbet, mais beaucoup plus étendues vers le sud.

Le Garbet comme l'Aleth coulent d'abord du sud au nord ; mais une puissante crête jurassique (calcaire primitif de Charpentier) venant à leur barrer le passage, ces deux rivières sont brusquement déviées vers l'ouest, donnant ainsi naissance à des vallées longitudinales. L'Aleth ne tarde pas à se jeter dans le Salat ; le Garbet, lui, a un cours plus considérable ; après avoir côtoyé quelque temps la crête calcaire, il finit par se faire jour au travers ; il recoupe ensuite le granite d'Ercé, les grès et les schistes secondaires des environs d'Aleu et vient enfin se joindre au Salat, dans le bassin d'Oust.

Toutes ces dépressions transversales ont, quant à leur composition géologique, la plus grande conformité de structure ; dans leur partie supérieure, elles sont creusées dans le granite, roche qui sert de



Fig. 36. — CIRQUE DU GARBET

sous-sol à un certain nombre de lacs ; plus bas, elles recoupent la série normale des terrains anciens ; néanmoins les formations pri-

mordiales, telles que les gneiss et les micaschistes, ne se montrent pas.

La structure de cette région sera étudiée à l'aide de trois coupes parallèles entre elles, se raccordant vers l'est avec celle de la vallée d'Auzat, déjà décrite, et vers l'ouest avec une autre coupe (que nous donnerons plus loin) le long du Haut-Salat ; en outre, comme dans chacune d'elles, tous les éléments ne se prêtent pas également à l'observation, elles se complèteront les unes par les autres. A quelques différences près, les trois présentent une même succession ; seulement les terrains sédimentaires, très réduits vers la partie orientale dans la région de Bassiès, prennent graduellement une extension plus considérable à mesure qu'on marche vers le Salat.

Voici la description de ces trois coupes, à l'aide d'une légende explicative :

1^o Coupe de la gorge du Garbet.

Dévonien. — a. — Calcaire dévonien à encrines.

b. — Calschistes satinés à encrines.

Silurien supérieur. — c. — Schistes noirs bleuâtres, à structure fibreuse et maillée.

Silurien moyen. — d. — Calcaires ferrugineux, de couleur brun chocolat (horizon du calcaire métallifère de la Haute-Ariège).

Dalles argilo-terreuses noir bleuâtre.

Phyllades noir bleuâtre veinés de calcite blanche, avec calschistes.

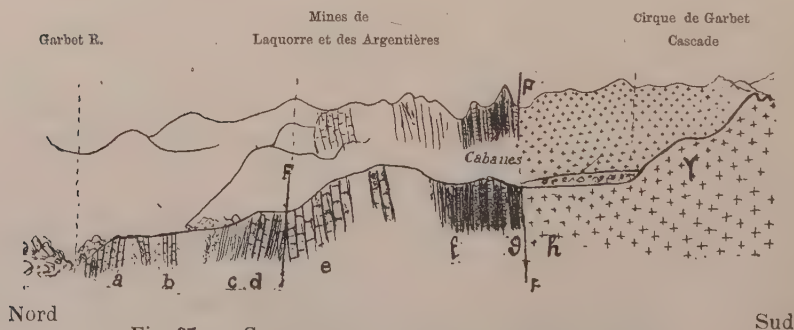


Fig. 37. — COUPE DE LA GORGE DU GARBET (au $\frac{1}{20000}$)

e. — Dolomies nacréées et dolomies roussâtres, mêlées à des calcaires plus ou moins siliceux et à du spath brunissant. Cette formation, puissamment développée, est traversée par de nombreux filons et veinules de quartz, formant un laci très compliqué. C'est le niveau des mines de plomb argentifère de Laquorre et des Argentières (deuxième horizon métallifère).

Silurien inférieur. — f. — La gorge, jusque-là assez resserrée, s'évase ensuite en un grand cirque au fond duquel jaillit une cascade. Sur ses bords se montrent des dalles siliceuses fortement relevées, donnant, sous le choc du briquet, de nombreuses étincelles.

Archéen. — f'. — Plus loin les schistes deviennent très compactes, rubanés et constituent des sortes de halleflinta.

Granite. — g. — Aux cabanes d'Agnesserres apparaît brusquement le granite ne présentant avec la zone précédente aucune transition; il forme le fond du cirque et constitue les hautes montagnes de la frontière (fig. 38).

2° Coupe de la gorge d'Arse.

Dévonien. — a. — En gravissant les premiers escarpements qu'on trouve après le pont du Garbet se montre, masqué en partie par des blocs erratiques de granite, le terrain dévonien représenté surtout par des

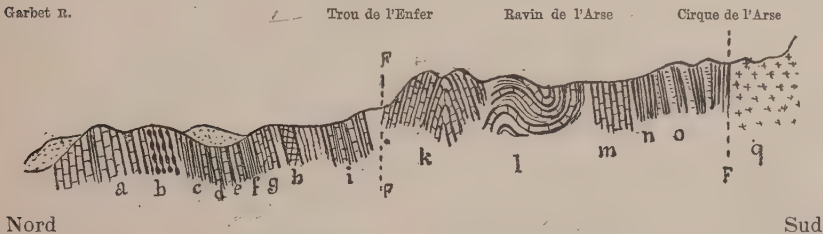


Fig. 38. — COUPE DE LA GORGE D'ARSE (au $\frac{1}{20000}$)

calcaires amygdalins rouges ou verts, des calschistes lustrés et des schistes vivement colorés passant fréquemment à des novaculites.

Ophite. — b. — Un filon d'ophite se présente ensuite, traversant le sentier qui conduit à la cascade.

Silurien supérieur. — c. — Puis vient une assise offrant les caractères du silurien supérieur; elle se compose de schistes noirs bleuâtres, pyritifères, légèrement effervescents.

Silurien moyen. — d. — Puis, alternances de schistes et de calschistes gris bleuâtres, veinulés par de la calcite blanche et renfermant quelques encrines.

e. — Au-delà calcaire lamelleux, gris sombre, pétri d'encrines.

f. — Schistes argileux à vagues empreintes végétales.

g. — Des schistes sub-ardoisières, noirâtres, présentant en assez grande quantité des taches ocreuses, de forme arrondie, devant probablement leur origine à des traces organiques qui auraient été remplacées par de la pyrite.

h. — On rencontre ensuite, formant une sorte de dike de 8 à 10 mètres de puissance, une roche gris clair, assez tendre, se rayant facilement à la pointe d'acier et faiblement attaquable par les acides

ordinaires; elle est très riche en pyrite de fer et en grains de quartz. Malgré son faciès cristallin, je suis porté à y voir une roche d'origine sédimentaire à laquelle des actions hydro-thermales auraient communiqué des caractères métamorphiques très accusés; elle semble se rattacher à certaines variétés de la roche de la Haute-Garonne, que Leymerie a désignée sous le nom d'*eurilite*.

Silurien moyen. — i. — Après cette roche singulière, calschistes légèrement fibreux, à éclat lustré, dont la couleur varie entre la nuance aile de corbeau et le gris sombre.

k. — On gravit ensuite un ressaut abrupt bordant un affreux précipice dit le Trou de l'Enfer. Ici vient se montrer, affecté d'ondulations aussi multipliées que bizarres, le calcaire silurien que nous avons déjà vu dans la vallée du Garbet et que nous retrouverons d'ailleurs plus haut; la dolomie l'accompagne fréquemment, mêlée à du spath brunissant et à de la sidérose.

l. — Dans les plis irréguliers de cette formation puissante, se trouvent logés des calschistes du silurien moyen et des calcaires à encrines semblables à ceux déjà trouvés plus bas; le tout est très tourmenté et change fréquemment de pendage.

m. — Le calcaire silurien paraît plus loin; il devient noir et finement rubané; se charge parfois de chlorite écailleuse et de belles aiguilles de tourmaline.

n. — Schistes noirs, graphiteux.

Silurien inférieur. — o. — Alternances de schistes noirs et de quartzites. C'est l'horizon des schistes quartzeux rubanés de la Haute-Ariège.

Archéen. — p. — Plus amont, le sentier serpente à travers des dalles pétrosiliceuses, verdâtres ou rougeâtres, très compactes à l'intérieur (ce qui leur donne une cassure esquilleuse, parfois même conchoïdale), mais cariées à la surface. C'est ici que le faciès pétrosiliceux se montre dans toute sa netteté; c'est ici qu'on peut l'étudier le plus facilement dans ses diverses variations pétrographiques: phyllade satiné, schiste ardoisier feldspathique, schiste siliceux, quartzite feldspathique, schiste euritique, halleflinta, leptynolite, etc. Tout cet ensemble de roches pétrosiliceuses correspond au système que nous avons déjà indiqué dans le haut de la vallée du Lez, sur le chemin du port de la Hourquette; seulement ici l'élément feldspathique l'emporte sur l'élément siliceux.

Granite normal. — q. — Vient ensuite, fermant le cirque, un pointement considérable de granite à mica noir, à texture homogène, quelquefois jaunâtre, le plus souvent gris clair. Il est surincomant par rapport aux roches sédimentaires et comme le granite du fond du Garbet, dont il n'est du reste que la continuation, il constitue entièrement toute la zone qui s'étend du point où nous sommes jusqu'à la crête frontière.

Remarque : De l'examen des deux coupes précédentes, il résulte,

entre autres choses, que le calcaire métallifère présente deux horizons, ainsi que l'avait reconnu Seignette dans la Haute-Ariège; l'inférieur est le plus constant.

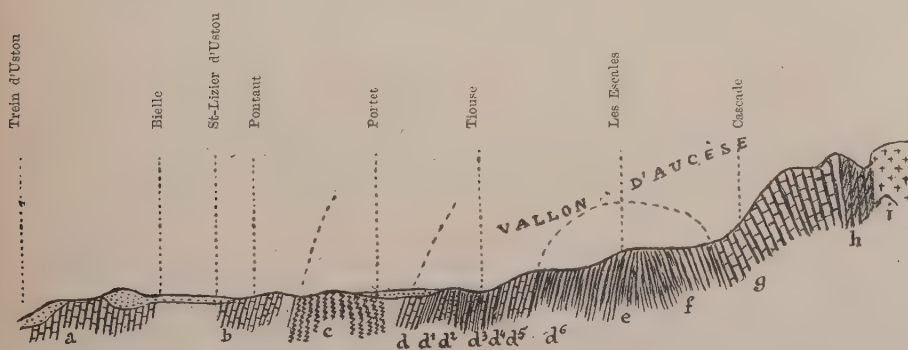
1^o *Horizon supérieur*. — Ferrifère et manganésifère. — Riche en produits oxydés; renferme constamment des schistes argileux, parfois ardoisiers, et beaucoup de filons de calcaire spathique.

3^o *Horizon inférieur*. — Surtout riche en galène, blende, argent, et généralement en produits sulfurés; peu ou point de schistes; nombreux filons de quartz.

Les deux horizons appartiennent au même étage (silurien moyen), mais l'un étant à la base, l'autre à la partie supérieure. Tous deux ont généralement, le supérieur surtout, une livrée jaunâtre ou rousâtre due à la présence du fer.

3^o Coupe du vallon d'Aucèse.

Dévonien supérieur. — a. — Le Trein d'Ustou, point de départ de cette coupe, est bâti sur une terrasse formée surtout de blocs granitiques;



Nord

Fig. 39. — COUPE DU VALLON D'AUCÈSE (au $\frac{1}{65000}$).

Sud

en remontant vers Bielle, on trouve du dévonien supérieur bien caractérisé; il comprend successivement:

Des schistes et calschistes brunâtres ou fauves avec enduits nacrés; des phyllades vert-clair; des calcaires marmoréens entrelacés, rappelant les marbres verts de Campan; des marbres nuancés de rouge et de vert sombre; des calcaires versicolores, jaspés de vert et de rouge; des phyllades satinés, gris-cendré ou vert très clair.

La succession est cachée quelque temps sous des amas de transport considérables; à Bielle et plus loin, à Saint-Lizier d'Ustou, on ne voit guère autre chose.

Dévonien inférieur. — b. — Mais vers le Pontaut d'Ustou le sous-sol

devient de nouveau visible, et sur les bords mêmes du chemin qui remonte la vallée on trouve des dalles schisteuses et des bancs calcaires ; puis du calcaire à encrines, grisâtre, alternant avec des calschistes et des phyllades.

Silurien supérieur. — c. — Aux environs du hameau de Portet on tombe dans des schistes noirâtres mouchetés par de la pyrite, devenant quelquefois jaunâtres à la surface par la décomposition de cette substance ; la présence de quelques filons quartzeux qui ont apporté de la pyrite martiale, de la pyrite magnétique et des imprégnations de chlorite, a rendu, en certains points, les schistes fortement siliceux et a jeté quelques perturbations dans la direction et le plongement des assises.

Silurien moyen. — Après Portet, on rencontre encore et assez longtemps du terrain d'alluvion ; mais bientôt le chemin s'élève sur la droite en recoupant des roches qui présentent les caractères du silurien moyen ; c'est ainsi qu'on trouve successivement :

d. — Un calcaire noir ou bleuâtre à encrines ;

d¹. — Des schistes terreux ;

d². — Des calcaires dolomitiques et des dolomies roussâtres, veinées de quartz (horizon métallifère) ;

d³. — Des calschistes lustrés, à encrines, mêlés de quelques bancs schisteux de couleur fauve.

Après le hameau de Tiouse, qui est au confluent de la rivière d'Aleth et du torrent d'Aucèse, on trouve en remontant ce dernier cours d'eau :

d⁴. — Des schistes argileux à encrines, jaunâtres, prenant l'aspect de la grauwacke dévonienne.

d⁵. — Puis, alternant avec ces roches, du calcaire gris à encrines et à fucoïdes, le tout en grandes dalles ;

d⁶. — Des schistes argileux et des grauwackes de couleur marron ou brunâtres.

Tout ce système de roches calcaro-schisteuses qui rappelle, d'une façon frappante, les Dalles de l'Isar, peut être facilement étudié dans les blocs qu'on a placés le long du chemin pour clôturer les propriétés. C'est ce qui a lieu en particulier dans la portion du chemin qui conduit aux cabanes de pâtres situées au-dessous des Escales.

e. — A quelques centaines de mètres avant d'atteindre les rapides des Escales et aussi au-delà, les phyllades carburés de la base du silurien moyen, à texture finement fibreuse ou maillée, offrent un grand développement ; c'est probablement à leur présence que se rattache le nom d'une montagne voisine, le pic de Carbonère.

f. — Cette formation, qui a plus de 1000 mètres de puissance, est suivie de schistes grisâtres, satinés, qui, malgré leur faible carburation, paraissent se rapporter également au même horizon,

Silurien moyen. — g. — Aux environs d'une cascade, se retrouvent les dolomies et les calcaires que nous avons déjà vus au fond des gorges d'Aulus ; la roche, ici très cristalline et presque toujours d'un blanc

assez pur, est sillonnée par de nombreux filonnets de quartz blanc, formant çà et là quelques druses hyalines ; parfois elle devient jaunâtre sur les surfaces exposées à l'air : elle renferme fréquemment alors dans ses cavités de petits rhomboédres nacrés de dolomie ; ailleurs elle contient des cristaux nombreux et assez volumineux de pyrite hexaédrique, devenus noirs par leur transformation en limonite. Nous retrouverons cet accident minéralogique à quelques kilomètres de là, un peu au-dessus du village de Salau. D'autre part, ces roches deviennent parfois incohérentes et s'effritent sous la pression des doigts à la façon d'un grès faiblement cimenté. Comme faciès et comme position stratigraphique, ce système, qui a plus de 500 mètres de puissance, est sans aucun doute sur le parallèle des calcaires du Bentaillou.

Archéen. — h. — Vers une cascade qui se trouve à un niveau plus élevé que la précédente, apparaît la formation des schistes pétrosiliceux avec les divers accidents que nous y avons déjà reconnus dans la gorge de l'Arse. Ici, en outre, on y rencontre des masses de tale et de stéatite assez considérables pour qu'on en ait fait l'objet d'une exploitation ; ce minéral, habituellement gris-cendré ou gris-sombre, fréquemment nuancé de vert, se présente tantôt à l'état de grandes lames bien planes, d'épaisseur uniforme, tantôt en échantillons compactes ; il est presque toujours plus ou moins translucide. Souvent il est mêlé à du calcaire dolomitique blanc, formant des veinules ou remplissant les interstices de la roche.

Granite. — i. — Au-delà, et jusqu'à la frontière, règne le granite à mica noir que nous avons déjà signalé dans tous les hauts massifs de la région d'Aulus. Il présente des caractères absolument identiques.

Conclusion. — De la comparaison de ces trois coupes, il ressort que la succession stratigraphique, en partant des niveaux les plus élevés, est la suivante :

1° *Jurassique.* — Formant les montagnes blanches et arides du pic d'Agneit, de la région de Lhers, du mont Béat et la longue crête s'élevant entre Aulus et Seix ; c'est le calcaire primitif de Charpentier, généralement reconnu comme jurassique depuis que Dufrenoy y a signalé les fossiles du lias ; dans toute son étendue, ce calcaire, souvent dolomitique, est parsemé de masses rougeâtres ou jaunâtres indiquant des pointements ophitiques ou lherzolitiques ; couseranites, amphiboles, pyrites et autres minéraux de métamorphisme y abondent un peu partout. Quelques schistes et brèches accompagnent cette formation puissante.

2° *Trias.* — Le trias ne se montre pas dans cette région, pas plus que dans la Haute-Ariège, ni à l'état de marnes irisées, ni à l'état de poudingues ; nous le trouverons, au contraire, assez développé

dans le bassin du Lez ; à partir de là, il continuera, sans interruption, à travers la Haute-Garonne et les Hautes-Pyrénées.

3° *Carbonifère*. — Traces de schistes carbonifères sur la lisière sud du calcaire jurassique.

4° *Dévonien*. — Représenté par des calcaires amygdalins (griottes, campans, etc.), des calschistes satinés et des schistes novaculaires ; en quelques points (entrée du vallon d'Arse, pic de las Greppios), il renferme des ophites.

5° *Silurien supérieur*. — Cette zone, à peu près absente ou peu développée dans la région d'Aulus, atteint une certaine puissance dans la région d'Ustou ; plus à l'ouest, au niveau de Coufflens, nous lui verrons prendre une extension plus considérable.

6° *Silurien moyen*. — Cet étage est très développé ; il renferme de grandes dalles, à encrines, identiques à celles du sud de Sentein, dalles semi-argileuses, semi-calcaires, des schistes lustrés, des bancs d'eurilite, des schistes ardoisiers et aussi presque constamment des bancs de calcaires dolomitiques plus ou moins ferrifères (horizon métallifère de la Haute-Ariège) ; à la base, schistes carburés inférieurs qui sont très développés dans la région d'Ustou.

7° *Silurien moyen métamorphique*. — Comme la précédente, cette zone est largement développée dans les hauts vallons d'Ustou et en particulier au-dessus des Escalles d'Aucèse où elle atteint plus de 500 mètres d'épaisseur. Le calcaire et les dolomies qui la constituent rappellent, en tout point, les roches du Bentaillou. Ici aussi c'est, par excellence, l'horizon de la blende, de la galène et de l'argent. En allant vers l'est, dans les hauts massifs d'Aulus, cette zone conserve encore une grande puissance.

8° *Silurien inférieur*. — Parfois représenté par une zone de quartzites ou de schistes siliceux ; il se distingue difficilement de la zone suivante.

9° *Archéen*. — Ce niveau se montre, avec une extrême netteté, dans les gorges tributaires du Garbet et particulièrement dans celle d'Arse : il est formé de schistes pétrosiliceux auxquels se joignent comme éléments subordonnés des schistes siliceux, des leptynolites, des maclines, des halleflinta, et surtout des phyllades satinés fréquemment ardoisiers ; dans le vallon d'Aucèse, ces schistes deviennent fortement talqueux.

10° *Granite*. — On devrait s'attendre à trouver à la suite les schistes cristallins et, en particulier, les micaschistes, les gneiss ; mais ici, depuis Bassiès jusqu'aux sources du Salat, à travers tous les hauts massifs d'Aulus et d'Ustou, on rencontre brusquement le granite, non le granite fondamental, mais un granite essentiellement

éruptif, postérieur au terrain primordial ; il se présente en masses polyédriques très homogènes, dont le fond, presque toujours gris-clair, est à peine moucheté de loin en loin par des taches noirâtres, dont nous indiquerons plus tard la nature ; fréquemment des veinules d'un granite plus dur, plus feldspathique, s'entrecroisent dans sa masse, présentant les reliefs les plus variés. Cette roche, développée d'une façon exceptionnelle, est analogue au granite de Bassiès qui peut servir de type ; elle se montre aussi à la base du port de Salau, au pied du Mont-Vallier et dans le fond de la vallée du Riberot ; nous la retrouverons avec des caractères tout à fait identiques, avec aussi les mêmes accidents, dans le massif de Néouvielle et du Vignemale, dans le val d'Aran et le massif de la Maladetta ; on peut dire par conséquent que c'est, par excellence, le granite pyrénéen.

Le granite a recoupé le silurien ; néanmoins, il nous paraît antérieur, comme consolidation, à l'archéen. Nous indiquerons plus tard les raisons qui nous ont conduit à cette détermination.

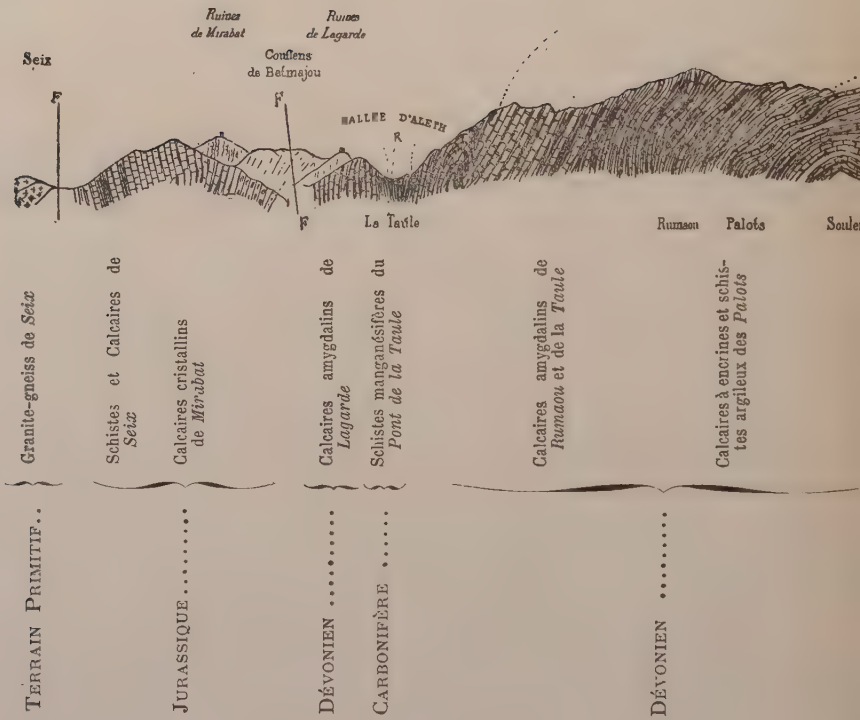
Remarquons, d'autre part, que ce granite est surincombant par rapport aux formations paléozoïques, de sorte que ces dernières montrent une tendance générale au renversement.

Une faille nettement marquée limite le granite sur sa lisière septentrionale et le fait buter contre des terrains différents : dans le vallon d'Arse contre l'archéen ; à Salau ce sera contre le calcaire métallifère du silurien moyen ; précédemment on a vu que dans la vallée de Vicdessos il était en rapport avec ce même calcaire. En dehors de cette fracture, signalons encore d'autres perturbations affectant les terrains sédimentaires, telles que les plissements multipliés du calcaire métallifère, et surtout la disposition en voûte qu'affectent, autour d'un noyau de schistes carburés, les assises du silurien moyen dans la vallée d'Aucèze. Cet accident stratigraphique a l'heureux résultat de nous montrer nettement les effets du métamorphisme : près du granite, le silurien moyen est un calcaire cristallin, accompagné de filons de quartz et de dolomies saccharoïdes, tandis que loin du granite le calcaire est argileux, roussâtre, peu ou pas cristallin. Toutefois, la présence de schistes argileux dans le silurien moyen normal, leur rareté ou leur absence dans le silurien moyen métamorphique, semblent indiquer qu'antérieurement à l'action modifiante, ces deux dépôts, quoique à peu près contemporains, n'étaient pas absolument identiques : le faciès calcaire dominait du côté des massifs cristallins ; le faciès schisto-calcaire était, au contraire, prépondérant dans le sens opposé ; il y avait là probablement des circonstances du même ordre que celles qui établissent une différence entre les dépôts du large et ceux du rivage.

Fig. 40. — COUPE GÉNÉRALE DE LA VAL

Nord

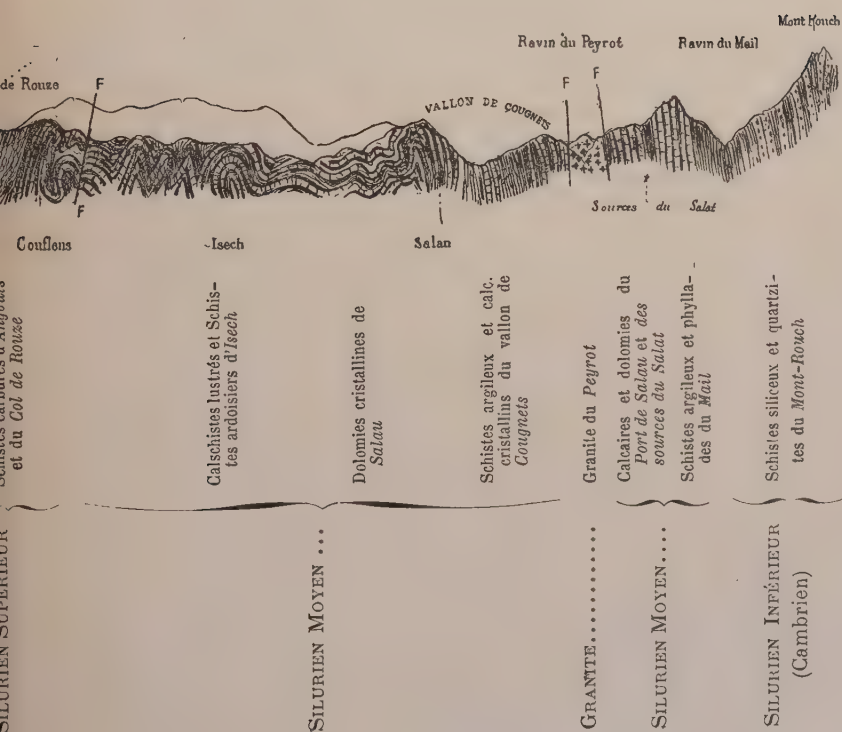
(Echelle de longueurs : $\frac{1}{80000}$ env. c)



AT, ENTRE SEIX ET LE PORT DE SALAU

la vallée; $\frac{1}{80000}$ en amont de Salau)

Sud



En somme, mêmes terrains que dans la Haute-Ariège; seulement ils sont généralement plus métamorphiques; en outre, il existe ici un certain nombre de plissements longitudinaux qui rendent plus complexe la structure de cette région. Il faut, selon toute apparence, chercher l'origine de ces perturbations dans d'énergiques refoulements latéraux liés à la présence du granite éruptif de la zone frontière.

VALLÉE DU SALAT.

Par sa longueur, sa direction rectiligne à partir de Kercabanac, sa disposition transversale relativement à la chaîne, la vallée du Salat est une de ces larges coupures naturelles qui s'imposent aux géologues pour pénétrer profondément dans les entrailles des hauts massifs pyrénéens. Aussi plusieurs coupes en ont-elles été données; nous avons, néanmoins, cru devoir revenir sur ce sujet avec détails, moins pour y introduire des modifications notables que pour montrer les relations de cette vallée avec celles déjà parcourues dans la partie orientale de l'Ariège. Du reste, nous résumerons à la fin de ce chapitre en quoi nos vues diffèrent de celles de nos devanciers.

La partie du Salat comprise entre Saint-Girons et le confluent de l'Arac a été déjà examinée antérieurement; il ne reste plus que la partie comprise entre ce confluent et la frontière ou plutôt entre Seix et la frontière, car, en aval de Seix, si on excepte le terrain granitique déjà décrit dans les pages qui précèdent, il n'y a plus qu'un lambeau de terrains secondaires, lequel, sortant du cadre de cette étude, ne sera l'objet d'aucune description; il nous suffira de renvoyer à ce qui en a été dit dans notre Aperçu géognostique.

Toute notre attention sera donc reportée sur la partie du Salat située en amont de Seix, partie longue de 20 kilomètres environ et constituée presque entièrement par des terrains anciens.

Pour plus de clarté, nous diviserons cette vallée en quatre sections (Voir la coupe générale, fig. 40) :

- 1° De la frontière (Port de Salau et Mont-Rouch) à Salau;
- 2° De Salau à Couflens;
- 3° De Couflens au pont de la Taule;
- 4° Du pont de la Taule à Seix.

Dans la première section, on rencontre le terrain silurien inférieur et le silurien moyen traversé par du granite d'intrusion; la seconde est entièrement dans ce terrain silurien; le silurien supérieur, le dévonien, le carbonifère forment la troisième; la dernière, enfin, se compose de terrain dévonien, de jurassique et de terrain primitif.

La coupe générale, qui sert d'assemblage, sera complétée par quelques coupes en détail et quelques panoramas géologiques.

1° Du Port de Salau au village de Salau.

Silurien inférieur. — *Schistes siliceux et quartzites du Mont-Rouch.*
— Au fond de la vallée du Salat, même série pétrographique que dans la partie terminale du Biros, aux environs du Bocard d'Eylie et de la Plagne; les schistes siliceux rubanés, les quartzites se retrouvent ici avec leurs roches subordonnées, dans tous les ravins qui descendent du Mont-Rouch (2865) et du pic des Mulats (2728). C'est en grande partie ce système que doit recouper le tunnel projeté en ce point entre les deux Etats limitrophes. Cette bande, de couleur généralement sombre, coupe obliquement la chaîne frontière et se poursuit vers l'ouest dans les hautes vallées d'Ustou et d'Aulus où nous l'avons déjà étudiée.

La coupe détaillée ci-dessous donnera une idée de la composition de ces schistes, assez variables du reste, qu'on peut désigner sous le nom collectif de *Schistes du Mont-Rouch*. Elle part de l'entrée du tunnel projeté, c'est-à-dire du fond même de la vallée et se dirige vers le sud le long du torrent du Mail qu'elle remonte jusqu'à une distance de 500 mètres environ, en recoupant des zones de plus en plus anciennes. Cette série représente le cambrien ou silurien inférieur; c'est, en grande partie, l'équivalent des schistes quartzeux rubanés et quartzites de la Haute-Ariège; toutefois, les premiers niveaux rencontrés appartiennent à la zone des schistes carburés inférieurs; il semble y avoir d'ailleurs passage graduel (1).

- a. — Schistes grisâtres ou noirâtres;
- b. — Schistes quartzeux noirâtres, rubanés par du quartz (schistes quartzeux rubanés);
- c. — Schistes noirâtres froissés;
- d. — Schistes ardoisiers
- e. — Schistes noirs vaguement maclifères;
- f. — Quartzite blanc avec filons de quartz;
- g. — Quartzites gris avec grains de quartz enfumé.

Silurien moyen. — *Schistes argileux du Mail.* — Les schistes du bas du Mail passent à des schistes argileux carburés développés en amont des sources du Salat.

Calcaires et dolomies du Port de Salau. — Sur les flancs de ces

(1) Cet aperçu, relatif à la zone la plus ancienne de cette région; sera complété plus loin par une coupe levée à travers la frontière le long du tunnel international projeté entre la France et l'Espagne; dans les parties centrales du massif frontière nous trouverons des traces d'une zone encore plus ancienne, celle des schistes pétrosiliceux.

schistes se montrent des dolomies et des calcaires presque absolument identiques à ceux du Bentaillou. Bien développées en Espagne dans le haut Pailhas, ces roches pénètrent en France par le port de Salau. Elles sont bien souvent aréniformes, et c'est à leur désagrégation par les agents atmosphériques qu'est due la dépression de ce col, un des plus fréquentés des Pyrénées ariégeoises. Ces masses grises ou blanches, de couleur toujours claire, descendent ensuite le long d'un ravin que côtoie la voie muletière, coupent la vallée du Salat en aval du point désigné pour le percement du tunnel international et, se tenant constamment au nord des schistes argileux qu'elles accompagnent fidèlement, vont former, dans le vallon de Cougnets, des escarpements ardues et déchiquetés qui se rattachent vers l'est à ceux que nous avons déjà vus dans le haut de la gorge d'Aucèze, au fond du pays d'Ustou.

Cette zone calcaire (calcaire du port de Salau) peut être étudiée soit le long de la voie muletière, soit, et plus commodément, sur le versant occidental du vallon de Cougnets.

Le calcaire est souvent saccharoïde et d'une blancheur éblouissante ; mais le plus souvent il devient blanc sale ou gris sombre. La magnésie s'y mêle fréquemment et alors la roche passe à des calcaires dolomitiques et, accidentellement, à de véritables dolomies. Parfois le calcaire devient siliceux par imbibition de quartz.

Ces masses, toujours cristallines, ont habituellement une texture grenue ; elles perdent alors fréquemment leur cohésion et se réduisent en sables. Au voisinage des gîtes métallifères, la texture devient lamellaire, comme dans les montagnes d'Aulus et d'Ustou. En certains points on y a signalé quelques affleurements de galène et de blende, et près des cabanes d'Anglada, ces roches renferment en assez grande abondance des cristaux relativement gros de pyrite cubique ou hexaédrique, changée en limonite.

Vers le sud, cette zone calcaire est en rapport avec la zone des schistes argileux qui sont à la base du Mont-Rouch ; vers le nord, elle est en contact avec une zone schisto-calcaire dont nous examinerons plus bas la composition. Une masse granitique ici sépare les deux zones.

Granite du Peyrot. — En effet, vers la lisière septentrionale du calcaire, se montre, au-dessous des sources du Salat, un amas granitique dont l'existence avait passé inaperçue jusque dans ces derniers temps ; il a été mis à nu par un éboulement considérable survenu en 1875, lors des inondations qui ravagèrent le sud-ouest de la France. La nature du granite peut être facilement étudiée au bas du ravin du Peyrot, dans l'amoncellement qui barre en partie le cours du Salat.

La roche dominante paraît être un granite gris, à mica noir et à éléments assez petits ; on y trouve aussi un granite vert, chloriteux, la chlorite provenant de l'altération du mica.

Dans l'ensemble, ce granite est homogène et je suis porté à y voir la continuation du granite frontière que nous avons observé dans les régions d'Aulus et d'Ustou.

Silurien moyen. — *Zone schisto-calcaire de Cougnets.* — Au-delà du ravin du Peyrot commence une série de roches schisteuses, schistes argileux, calschistes, grauweekes, mêlées de puissantes intercalations calcaires. Une coupe détaillée, levée entre ce ravin et Salau, donnera une idée de la composition de ce système d'alternances dont on ne distingue guère de loin que les éléments calcaires grâce à

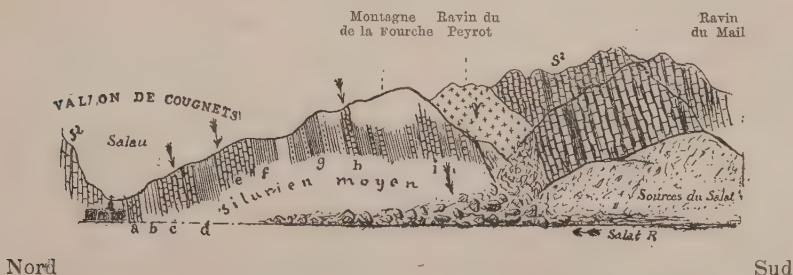


Fig. 41. — COUPE PRISE ENTRE SALAU ET LES SOURCES DU SALAT.

leur blancheur, les assises schisteuses, de couleur sombre, étant habituellement couvertes par la terre végétale et les cultures. Les premiers termes de cette série ont été observés dans le voisinage du granite, sur le chemin forestier qui contourne la montagne de la Fourche ; les autres ont été pris le long du chemin qui descend du port vers Salau d'en bas :

- i. — Alternances de schistes et de calcschistes ;
- h. — Schistes noirs argileux et calcschistes bleuâtres ;
- g. — Alternances de schistes noirs argileux et de grauweekes ;
- f. — Schistes argileux divers ;
- e. — Calcaire dolomitique passant par place à des calcschistes ;
- d. — Schistes ardoisiers bleutés, inattaquables aux acides ;
- c. — Calcschistes grisâtres et gris-cendré, avec traces d'entroques et cristaux de pyrite ;
- b. — Grauweeke schisteuse noirâtre ;
- a. — Calcaires grisâtres à encrines alternant avec des schistes noirs fibreux.

Toute cette série schisto-calcaire, qui appartient au silurien

moyen, a éprouvé de la part du granite un refoulement latéral qui fait plonger l'ensemble vers le sud, comme au bas du port de Salau, en produisant un renversement général des assises.

2° De Salau à Couflens.

Silurien moyen. — *Schistes satinés et dolomies de Salau.* — Au sortir de Salau et en descendant le Salat se développe une série comparable à celle des dalles argilo-calcaires et schistes de l'izar; mais ici, à la partie intérieure, se trouve un horizon qui, dans la vallée du Lez, n'est que faiblement développé, si ce n'est vers le dangereux passage des Escalles de Nère. C'est une succession de calcaires cristallins et de dolomies à grain très fin, rappelant par leur cristallinité et leur richesse en minéraux accidentels les dolomies saccharoïdes du Saint-Gothard; on y trouve en assez grande abondance des traces d'entroques.

Ces roches, essentiellement métamorphiques, varient fréquemment de faciès et de composition, et il serait fastidieux d'en faire une énumération détaillée. Les assises sont généralement tourmentées et présentent des inflexions nombreuses qui empêchent de distinguer leur succession et d'apprécier leur puissance.

A Saint-Sauveur, près Luz, dans le voisinage du Pont Napoléon, existe un système analogue.

Calschistes et schistes ardoisiers d'Isech. — La zone précédente peut être considérée comme l'équivalent métamorphique d'une autre plus constante à laquelle elle se rattache insensiblement. Toutefois elle occupe un horizon un peu inférieur.

En effet, à mesure qu'on descend vers Isech, les roches se modifient peu à peu, deviennent moins cristallines et prennent un aspect mat et même terreux. Entre Isech et Couflens, surtout vers le hameau de Tourdets, nous retrouverons, avec des caractères complètement semblables, les grandes dalles de schistes ardoisiers et les calschistes à encrines de la vallée de l'izar, formant des alternances multipliées.

Ce système calcaro-schisteux, caractérisé par ses grandes dalles et veinulé presque toujours par de la calcite blanche à clivage spathique, est un horizon précieux; venant des montagnes d'Ustou, il coupe la vallée du Salat et se prolonge ensuite vers l'ouest, à travers la vallée d'Angouts où il prend un grand développement. Presque partout les dalles sont utilisées pour clôturer les propriétés et parfois même pour construire des ponts rustiques.

Les ondulations, les plissements sont ici très multipliés. En certains points, notamment un peu au-dessus de Couflens, il existe aussi

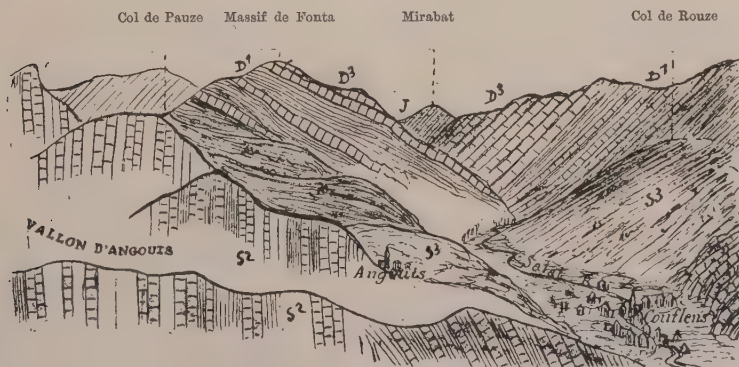
quelques failles, mais des failles peu importantes dont le rejet assez faible laisse en regard des assises différentes il est vrai, mais appartenant toujours à la même zone ; aussi ces accidents me semblent-ils négligeables.

Pour donner une idée de la variation des assises, j'ai indiqué ci-après les principaux niveaux que l'on trouve entre le pont d'Isech et Couflens :

1. Schistes noirs fibreux mêlés de calcaire.
2. Schistes fibreux gris clair.
3. Puissantes alternances de schistes argileux et de calcschistes en dalles.
4. Schistes argileux, gris, fibreux.
5. Alternances de calcaire bleuté à *encrines*, et de schistes lustrés.
6. Calcaire à *encrines*, blanc, gris cendré ; marron ou rubigineux à la surface.
7. Schistes terreux, roussâtres et brunâtres, en grandes dalles.
8. Schistes noirâtres, fibreux.

3° De Couflens au Pont de la Taule.

Silurien supérieur. — *Schistes carburés de Couflens.* — A Couflens, et surtout vers le débouché du ruisseau d'Angouts, les terres



Ouest

Fig. 42. — VALLÉE DU SALAT EN AVANT DE COUFLENS.

Est

deviennent noires ; en même temps sur la route se montrent en abondance des schistes fortement carburés, presque toujours couverts d'efflorescences alumino-ferrugineuses. Ils se prolongent au nord jusque vers Souleille et s'étendent à l'est par le col de Rouze, dans la direction de Saint-Lizier d'Ustou ; à l'ouest ils passent par le col de Pauze et gagnent de là la vallée d'Estours.

Ces schistes argileux, habituellement pourris, froissés en tous sens et sillonnés de filons de quartz pyritifère, correspondent à une région relativement mamelonnée, humide, dans laquelle l'eau ruisselle presque partout. Bien que je n'y ai pas encore rencontré de fossiles, peut-être à cause de l'altération des roches et de l'abondance de la végétation, je n'hésite pas à rapporter cette zone à l'horizon des schistes à graptolites de Sentein. Il y a identité complète quant à la composition générale et la position stratigraphique.

Dévonien inférieur. — *Schistes et calschistes des Palots.* — Après les schistes carbonés de Couflens vient une série de schistes lustrés, de calschistes, de calcaires, renfermant çà et là des *encrines*. Cet ensemble se présente généralement sous des teintes fauves ou roussâtres ; c'est l'horizon des calschistes de Garanou (Haute-Ariège), des schistes de Cathervielle et des calschistes à phacops de la Haute-Garonne.

Voici les principales roches que l'on trouve après les schistes carbonés, vers Souleille et les Palots :

Schistes argileux roussâtres, alternant avec des calschistes de même teinte, mais brunâtres ou bleuâtres à l'intérieur.

Schistes lustrés.

Calschistes argileux, jaunes ou gris, pyritifères.

Calcaires gris à *encrines*, mêlés à des calschistes argileux roussâtres.

Schistes argileux roussâtres à la surface, noirâtres dans leur cassure.

Schistes argileux gris sombre.

Dévonien supérieur. — *Calcaires amygdalins et schistes de Rumaou.* — La couleur des roches, jusque-là assez terne, devient de

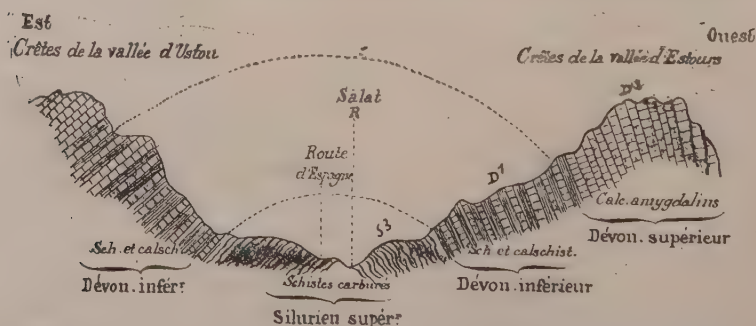


Fig. 43. — COUPE TRANSVERSALE DE LA VALLÉE DU SALAT

plus en plus vive après le ravin de Rumaou. De ce point jusqu'au-delà du Pont de la Taule, le dévonien supérieur, avec ses griottes,

ses marbres vivement colorés, atteint une grande puissance et forme les deux bords de la vallée.

Bien que l'aspect de la roche varie presque à chaque pas, on peut néanmoins distinguer dans cet ensemble de grandes coupures, quelque artificielles qu'elles soient. Du ravin de Rumaou aux environs du Pont de la Taule, on rencontre la succession ci-dessous indiquée :

1^o *Série des marbres verts et des novaculites.* — Novaculites grossières; calcaires vert français; calcaires vert oëillé; novaculites vertes; calschistes jaunâtres avec intercalation de calcaires vert coquiller; marbres verts; calcaires vert clair et novaculites atteignant plus de 100 mètres de puissance; calcaires roussâtres grossiers; phyllades.

2^o *Série des griottes.* — Griottes lie de vin et griottes rosées; griottes brunes; griottes œil de perdrix et griottes brunes.

3^o *Série des schistes verts chromifères.* — Schistes verts chromifères à fuchsite; marbre rosé et cervelas; schistes verts chromifères.

4^o *Série des calcaires de Campan.* — Calcaires marmoréens vert français; calcaires grisâtres; phyllades vert clair passant aux novaculites; calschistes grisâtres veinulés de blanc; calcaires verts.

Carbonifère. — *Schistes siliceux et schistes manganésifères du Pont de la Taule.* — Au Pont de la Taule, confluent du Salat et de la rivière d'Ustou, passe une mince bande de schistes carbonifères logés dans un pli des calcaires dévoniens : elle est formée de schistes siliceux, porcellaniens, surtout développés tout près de là sur les bords de la rivière d'Estours; en outre elle comprend des schistes argileux, verdâtres ou roussâtres, manganésifères.

4^o Du Pont de la Taule à Seix.

Dévonien supérieur. — *Calcaires amygdalins de la Garde.* — Après avoir dépassé le Pont de la Taule, le sous-sol qui, pendant quelque temps, était resté caché sous les alluvions de l'Aleth, paraît de nouveau, et sur les bords même du Salat se montrent des masses considérables de calcaires marmoréens, rouges ou verts, exploités dans plusieurs carrières. C'est encore le dévonien supérieur formant l'aile nord d'un pli synclinal dont l'aile méridionale a été déjà étudiée par delà l'Aleth, pli dans lequel sont logés les schistes carbonifères.

Jurassique. — *Schistes et brèches de Betmajou.* — Vers Couflens de Betmajou, confluent du Salat et de la rivière d'Estours, se présentent des schistes noirs et des calschistes, tantôt glanduleux, tantôt bréchoides; c'est probablement l'horizon de l'*infra-lias* butant par faille contre le dévonien supérieur.

Calcaires cristallins de Mirabat. — Puis la route est entaillée dans l'importante masse calcaire de Mirabat. Les calcaires sont tantôt blancs et saccharoïdes au point de ressembler aux plus beaux marbres statuaire, tantôt noirs et compactes et comparables dès lors, comme faciès, aux marbres funéraires de la Belgique. Malgré l'absence de débris organiques caractéristiques, Magnan y voyait du terrain carbonifère. Si cette assimilation pouvait à la rigueur s'appliquer aux calcaires noirs avoisinant Couflens de Betmajou, elle était, d'autre part, inacceptable pour la plus grande partie du chaînon calcaire qui passe par le pic d'Agneit et le lac de Lherz, vu l'intercalation de schistes renfermant des fossiles liasiques. Nous sommes portés à voir dans tout cet ensemble du *lias inférieur*; c'est l'horizon des calcaires d'Axiat, de Vicdessos, de Saint-Béat.

Sur la rive gauche le jurassique forme le monticule du Camp de Peyrot d'où il se dirige vers Sentenac.

La séparation du secondaire et du paléozoïque est difficile à établir dans toute la partie orientale de l'Ariège, car les grès et conglomérats triasiques qui forment un horizon si précieux à la base du lias, font défaut dans toute la région montagneuse du haut Salat; par delà le chaînon du Vallier, il y aura, à cet égard, changement marqué : le trias fera son apparition dans le Biros, d'abord par lambeaux discontinus logés dans les plis des marbres dévonien, puis il formera une bande régulière s'étendant d'une façon ininterrompue à travers la Haute-Garonne et les Hautes-Pyrénées.

Schistes argileux et calcaires de Seix. — Au-delà des calcaires cristallins viennent des schistes argileux noirs et des calcaires. Ils me paraissent correspondre à l'horizon du col d'Agneit et par suite au *lias moyen*.

Terrain primitif. — *Granite-gneiss de Seix.* — Près de Seix, le terrain jurassique est interrompu par une nouvelle faille qui le met en contact avec le granite-gneiss des Trois-Seigneurs et de Castillon, réduit ici à un mince liseré.

TRAVAUX ANTÉRIEURS

Telle est la structure de la vallée du Salat entre Seix et la frontière. Il me reste maintenant à jeter un coup d'œil rapide sur les interprétations auxquelles a donné lieu cette intéressante région pyrénéenne.

C'est à *Dufrénoy* que revient l'honneur d'avoir fixé l'âge du calcaire marmoréen de Mirabat, regardé généralement comme primitif; à la suite de la découverte de fossiles dans les montagnes avoisinant

l'étang de Lherz, il l'attribue au lias. Tout ce qui est en amont est indiqué comme terrain de transition.

Dans une coupe publiée en 1867, *Zirkel* se range à la détermination de Dufrénoy relativement au calcaire marmoréen ; il figure le dévonien du Pont de la Taule et place dans le silurien toute la contrée qui s'étend de Couflens à Esterri à travers la frontière. L'allure générale des couches est assez exacte : l'auteur a remarqué notamment le pli anticlinal qui passe aux environs de la crête.

Presque à la même époque, *Magnan* donnait sur la vallée du Salat une coupe au $\frac{1}{800000}$; quoique plus détaillée que la coupe allemande, elle me paraît moins exacte en ce qui concerne le pays en amont de Seix ; je ne saurais admettre l'attribution du calcaire marmoréen au terrain carbonifère, opinion qui sera reprise par M. Garrigou, ni celle des schistes carburés de Couflens au terrain cambrien. Les failles sont généralement bien indiquées.

M. *Mussy* (1870), regarde avec Dufrénoy le calcaire marmoréen comme jurassique et ne voit dans la haute vallée que du silurien supérieur et du silurien inférieur, modification qui n'est pas heureuse, car son premier étage comprend, avec du vrai silurien supérieur, du dévonien bien caractérisé.

En 1882, M. *de Lacvivier* donne quelques renseignements sur cette même contrée : il trouve tour à tour, à partir de Seix, du jurassique, du dévonien, plus tard il y indiquera des traces de carbonifère ; la région de Couflens et de Salat est mise d'abord dans le silurien, puis, ce qui nous paraît inadmissible, dans le terrain archéen. Il signale le granite du Peyrot, et mentionne dans le haut de la vallée des micaschistes qui n'y existent pas à mon avis.

Dans la carte géologique récemment publiée par M. *Carez*, l'auteur figure bien le jurassique et le dévonien ; mais son silurien supérieur correspond au dévonien inférieur ; son cambrien, par trop exagéré, comprend les trois étages du silurien et descend jusques en dessous de Couflens.

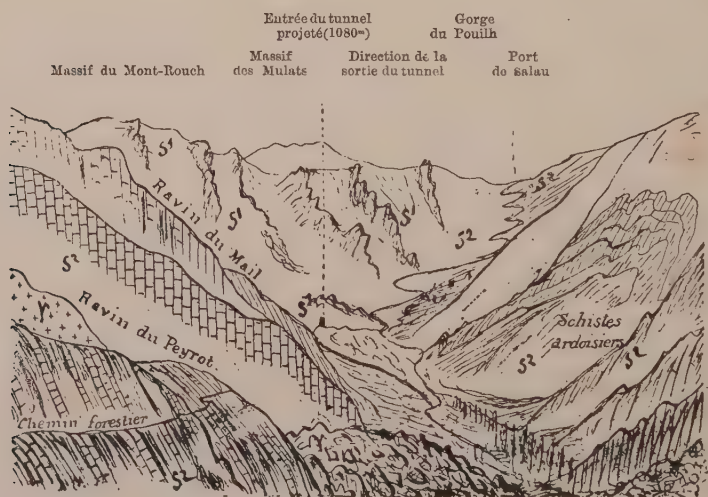
Coupe le long du tunnel international

Projeté entre le ravin du Mail (Haut-Salat) et Alos (Noguera-Pallaresa).

Parmi les voies ferrées projetées à travers les Pyrénées centrales, la ligne du Salat et de la Noguera-Pallaresa est, comme on le sait, une des plus en faveur auprès des deux États limitrophes. On a beaucoup écrit, beaucoup discuté depuis quelques années sur le côté économique de la question. Si les ressources des pays traversés, les

débouchés, la direction du tracé et autres considérations de même ordre, sont de la plus haute importance pour l'avenir d'une voie ferrée ; d'autre part la nature des terrains à travers desquels elle doit s'ouvrir, n'est pas indifférente au point de vue des difficultés d'exécution, surtout lorsqu'il s'agit de travaux aussi considérables que le percement d'une montagne.

A ce propos, il m'a paru intéressant de rechercher quelle était la nature probable des roches que devait recouper le souterrain projeté. Doit-on ouvrir, comme on l'a prétendu, un tunnel de 6000 mètres en *plein granite*? Il semble que cette assertion soit tout à fait inexacte. En effet, à l'exception du petit pointement granitique, purement acci-



Est

Fig. 43. — ENVIRONS DU PORT DE SALAU

Ouest

dentel, du Peyrot, situé à 1,000 ou 1,200 mètres plus aval, le granite ne se montre nulle part, au moins à la surface, ni le long des gorges et ravins qui se dirigent en divergeant vers la frontière (ravin du Mail, ravin du Liziou, ravin du Lauzeron, gorge du Pouilh que suit la voie muletière), ni dans l'affleurement de l'axe du tunnel, à travers le pic de Pontils et la crête frontière.

Tout le massif montagneux du Mont Rouch, du Pic des Mulats, du Port de Salau, ou, si l'on veut, la zone bordant la ligne du souterrain jusqu'à plusieurs kilomètres de distance, n'a pas d'autre composition

que des schistes variés, du quartzite et du calcaire. Le calcaire forme une bande large environ de 400 à 500 mètres qui, venant d'Espagne, descend par la gorge du Pouilh et coupe la vallée du Salat un peu au nord de la tête du tunnel, pour se développer ensuite plus à l'est dans le vallon de Cougnets et la région d'Ustou.

Au sud de cette bande, les flancs des montagnes et les thalwegs des ravins qui burinent profondément ces masses minérales ne donnent que des roches schisteuses.

En somme, de ces premières observations, il résulte ceci : c'est que *le granite fait complètement défaut à la surface du sol.*

Mais n'est-il pas à craindre qu'on rencontre dans les profondeurs de la montagne cette roche redoutée des mineurs ? Une coupe de Magnan entre Cazères et Balaguer (province de Lérida), coupe essentiellement théorique destinée à montrer le rôle des dénudations,

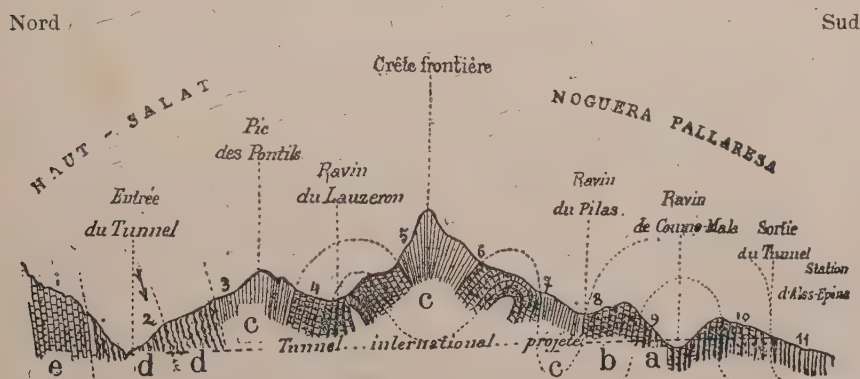


Fig. 44. — COUPE THÉORIQUE DU TUNNEL INTERNATIONAL DE SALAU (au $\frac{1}{50000}$)

semblerait devoir faire prononcer pour l'affirmative. Ce géologue y figure, en effet, le gneiss comme formant le long de la frontière, au niveau du Mont-Rouch, une sorte de coin, ou, plus exactement, un pli anticlinal autour duquel s'infléchissent les strates du terrain cambrien.

Cet anticlinal existe aussi à mon avis, du moins si l'on en juge par la disposition symétrique qu'affectent les assises de part et d'autre de la crête. Sans aucun doute aussi le gneiss existe à la base de toutes ces formations sédimentaires ; mais il semble trop bas placé pour que le forage du tunnel entre dans cette zone granitique ou du moins l'atteigne d'une façon notable.

Pour étayer cette hypothèse sur des faits, voyons comment sont disposés à la surface du sol les éléments pétrographiques de cette voûte immense dont les voussours se dressent en escarpements abrupts.

Une coupe transversale levée entre les sources du Salat et Alos-Epina (Catalogne), le long de l'axe du tunnel projeté, nous montre uniquement des schistes et des grès siliceux, revenant à plusieurs reprises par suite d'ondulations multipliées, les schistes étant dans le haut ou sur les bords, les grès occupant surtout la base. Pour éviter des répétitions oiseuses, j'indiquerai seulement la succession chronologique des assises, en série descendante; en se reportant à la coupe, il sera aisé de voir quelle situation elles occupent, et quelle est, par suite, la composition probable de telle ou telle partie du tunnel (*).

A partir du ravin du Peyrot, encombré de blocs granitiques, on trouve successivement :

- e. — Calcaire cristallin, blanchâtre ou gris sombre, parfois dolomitique, presque toujours siliceux et rubané. Ce calcaire, qui se dresse en escarpements ruiniformes, est la continuation de la bande qui franchit le Port de Salau.
- d. — Phyllades noirs subsatinés, veinulés par du quartz qui parfois y forme de véritables filons. Par places, la roche, durcie par imbibition de silice, passe à l'état de dalles, constituant alors un schiste siliceux qui fait feu au briquet et fond au chalumeau en un émail noir (entrée du tunnel vers la France, ravin du Mail).
- c. — Phyllades gris cendré subsatinés; fusibles en émail gris; ils sont généralement moins durs que les précédents. Leur texture grenue indique bien que ce sont des limons métamorphiques, durcis par pression et par imbibition de matières étrangères (Pic des Pontils, crête frontière, versant nord du ravin du Pilas, Alos-Epina).
- b. — Quarzites et grès feldspathiques (grès siliceux fusible), gris, blanchâtres ou verdâtres; l'aspect de ces dernières roches est celle du quarzite, quoique l'éclat soit moins vif, la cassure moins esquilleuse; mais elles fondent au chalumeau en un émail blanc ou gris. (Ravin du Lauzeron, versant sud du ravin du Pilas.)
- a. — A la base, mais se rattachant intimement à la zone précédente, se trouvent des quartzites et des grès feldspathiques micacés. Ils sont surtout développés dans le ravin de la Coumo-Mala.

La comparaison de ces diverses zones avec les horizons déjà vus

(*) Dans cette coupe théorique, notre prétention se borne à fournir des indications générales sur la structure de ce massif montagneux. Pour avoir là-dessus des données pratiques, il serait indispensable de relever avec le plus grand soin tous les accidents de la surface.

dans d'autres vallées nous autorise à les classer chronologiquement de la manière suivante :

- e — Calcaires et dolomies. Silurien moyen.
- d — Phyllades noirs. Silurien moyen (base).
- c — Phyllades gris cendré Silurien inférieur.
- b, a — Quartzites et grès feldspathiques. Silurien inférieur.

La zone e correspond au calcaire métallifère de la Haute-Ariège.

La zone d, aux schistes argileux, souvent carburés, de Vaychis.

La zone c, aux schistes cambriens.

Les zones b, a aux quartzites et schistes rubanés du Castelet, base du cambrien.

Voilà pour la nature des roches, leur ordre de succession, leur niveau stratigraphique. Reste à étudier quelle est leur allure dans les profondeurs de la montagne, autant qu'on peut le faire par l'examen de la surface. Les répétitions symétriques de ces roches, leurs changements de pendage trahissent plusieurs inflexions et montrent que les quartzites et grès feldspathiques, presque toujours relégués dans le bas des ravins, forment la clef de voûte de plusieurs plissements autour desquels s'incurvent les zones plus récentes ; dans l'axe de ces plis sont logés les schistes cambriens formant habituellement les points culminants ; du côté de la France, les schistes noirs et les calcaires qui leur succèdent ont éprouvé un renversement général ; il en résulte qu'ils plongent vers le sud, supportant des couches qui leur sont normalement inférieures.

Ainsi que l'a fait ressortir Magnan dans ses divers travaux, le rôle de la dénudation a été considérable dans les Pyrénées ; de sorte que si on reconstitue par la pensée les terrains qui ont disparu emportés par les érosions, et qu'on établisse entre eux des lignes de raccordement, ce qui est facile vu leur concordance, on s'aperçoit que ces massifs montagneux ont subi une ablation énorme : des millions de mètres cubes ont été enlevés à ces reliefs qui, autrefois, devaient être incomparablement plus prononcés, et leurs matériaux charriés par les glaciers et les cours d'eau torrentiels sont allés combler les dépressions de la plaine.

Dans notre coupe de la frontière, où est la place normale des terrains granitoïdes ? Les nombreuses coupes que j'ai levées dans les Pyrénées et plus particulièrement aux environs d'Ax, de Luchon et de Soulan, m'ont donné, en procédant du haut vers le bas, la succession qui suit :

- G. — Calcaire cristallin ;
- F. — Schistes argileux carburés ;
- E. — Quartzites et schistes quartzeux ;

- D. — Schistes pétrosiliceux ;
- C. — Phyllades gneissiques ;
- B. — Micaschistes et gneiss ;
- A. — Gneiss granitoïde et granite fondamental.

Dans la coupe précédente, levée suivant l'axe du tunnel, la zone la plus ancienne qui affleure à la surface est la zone E correspondant aux quartzites. Si au-dessous de cette zone on décrit les zones D, C, B, A, parallèlement à la précédente, ce qui est légitimé par la concordance des assises, les roches granitiques (gneiss et granite de la zone A), toujours placées dans l'axe des plis anticlinaux, se trouvent nécessairement portées très bas.

À quelle distance de la surface doit-on les rencontrer ? Ce serait là une évaluation sinon téméraire, du moins difficile, vu l'inégal développement des assises suivant les régions : aux environs de Luchon, les phyllades gneissiques sous-jacents aux schistes pétrosiliceux, prennent une extension considérable et montent depuis le village de Montauban jusqu'à mi-hauteur de la montagne ; grande aussi est leur puissance dans la vallée de l'Arac ; mais au nord d'Ax, leur épaisseur n'est que de quelques centaines de mètres, de sorte que les schistes pétrosiliceux passent vite aux micaschistes.

Dans le premier cas, celui où les zones sous-jacentes aux quartzites prennent un développement moyen, il n'y a aucune présomption pour que le forage du souterrain de faite atteigne les roches granitoïdes. Dans le cas plus défavorable où ces zones seraient très réduites, les roches granitoïdes, nécessairement inférieures à la zone des schistes pétrosiliceux, existeraient seulement en un petit nombre de points correspondant à l'axe des plis anticlinaux, en sorte qu'elles n'entreraient que pour une faible part dans la masse des matériaux rencontrés par la section du tunnel.

Dans le percement des Pyrénées par le haut Salat on n'aurait donc pas à redouter les roches granitoïdes *fondamentales*, celles qui se trouvent normalement à la base de tous les dépôts. Mais n'est-il pas à craindre qu'on ne vienne se heurter contre un de ces pointements *accidentels* de granite qui, essentiellement indépendants vu leur nature éruptive, sont distribués en quelque sorte au hasard comme les filons métalliques au sein des formations sédimentaires ? Ne pourrait-il pas se faire, par exemple, que le forage atteignit une masse granitique analogue à celle qui se montre dans le ravin du Peyrot en pleine formation calcaire. L'allure de ces îlots, en quelque sorte sporadiques, est tellement irrégulière, qu'il n'est guère possible de se prononcer à leur endroit d'une façon catégorique. Il est à remarquer toutefois que presque tous les granites d'intrusion qui affleurent dans cette partie des Pyrénées se trouvent dans la zone des calcaires.

D'autre part, il y aurait bien lieu de s'étonner qu'il existât dans le sous-sol un amas granitique d'une certaine importance, sans qu'il ne vint se trahir quelque part à la surface, soit sur la ligne de faite, soit dans les nombreux ravins qui, aussi bien en Espagne qu'en France, burinent profondément les flancs de la montagne.

BASSIN DU LEZ

APERÇU GÉOGNOSTIQUE

Entre le Haut-Salat, que nous venons de parcourir, et la Haute-Garonne s'étend la vallée du Lez, généralement connue sous le nom de vallée de Castillon. C'est un large bassin adossé à la frontière aranaise et correspondant administrativement à la partie occidentale du département de l'Ariège. Avant d'entrer dans l'examen détaillé de cette région, il ne sera peut-être pas superflu d'esquisser à grands traits sa structure.

Région en aval de Castillon. — Entre Saint-Girons et Castillon, les terrains secondaires (trias, jurassique, crétacé) se développent sans interruption. Le crétacé calcaire, représenté surtout par le néocomien, couronne habituellement les points culminants (pic de Maléchart, pic de la Serre, etc.), ou se dresse en crêtes arides, grisâtres, ressemblant de loin à des murs démantelés (rochers de Surroque). Le crétacé schisteux, au contraire, constitué principalement par le

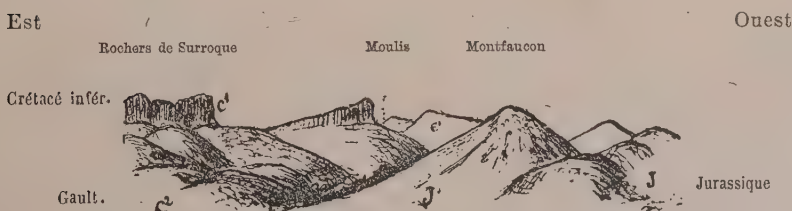


Fig. 45. — ESCARPEMENTS DE SURROQUE (Vus du côté nord)

gault et l'aptien, semble ramper dans les dépressions et le long des combes creusées au pied des escarpements calcaires.

Le trias, facilement reconnaissable à ses couleurs rougeâtres ou

violacées, ne forme guère que des flots sans importance, distribués comme au hasard (Legerge, Engomer, Agert).

Par contre, le jurassique est amplement développé : c'est le jurassique qui flanque presque constamment la route nationale ; c'est ce terrain qui, au sud de la ligne de rochers dominant Engomer et Balaguères, s'étend sur de larges espaces, couvrant la Bellongue et le cirque de Castillon ; limité à l'est par un massif cristallin, le jurassique se poursuit vers l'ouest, d'une manière continue, jusqu'aux environs de Saint-Béat ; la partie supérieure de cet étage, essentiellement calcaire ou dolomitique, ressemble beaucoup au crétacé inférieur qui lui est en contact ; sa base, au contraire, se distingue aisément par les teintes généralement sombres de ses calcaires et surtout le pigment noirâtre de ses schistes argileux.

Sans quitter la grande route, on voit défiler devant soi toutes ces formations sédimentaires : à Lembège, sur les bords même du Lez, vient affleurer le calcaire néocomien, exploité comme pierre à chaux et comme marbre funéraire ; sur la gauche, dans les rochers jurassiques d'Aubert, est ouverte une carrière de brèche marmoréenne du plus bel effet qui a été employée à Paris, à l'église des Invalides, pour le mausolée de Napoléon I^{er}. Plus loin, on aperçoit, venant de l'est, une longue crête ruiniforme qui descend rapidement sur Moulis ;

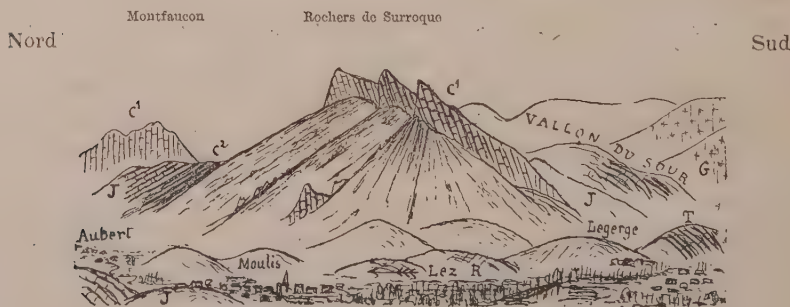


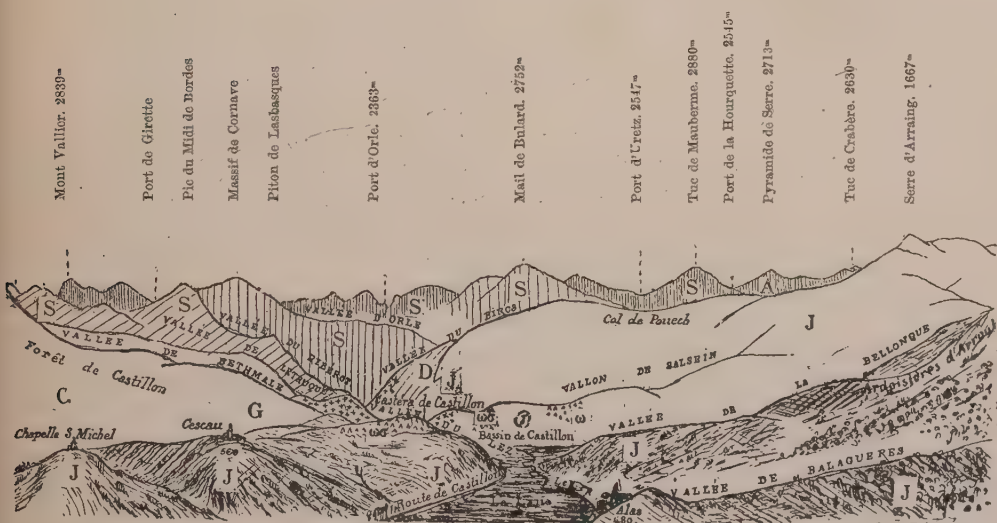
Fig. 46. — MONTAGNES DE MOULIS. (Vue prise à l'ouest de Moulis)

la base est jurassique, mais les parties en relief appartiennent au crétacé inférieur ; sur la lisière nord de cette falaise calcaire est une dépression noirâtre creusée dans les marnes du gault.

Le jurassique règne toujours dans les déclivités ; dans le village même de Moulis il présente les fossiles du lias moyen, puis il s'élève graduellement sur la rive gauche pour former des éminences coniques, blanchâtres, qui bordent constamment la route jusqu'à Engomer.

Près de Luzenac, à l'entrée de la vallée du Sour et aussi un peu au-dessus d'Engomer sur le chemin d'Astien, le trias s'accuse par ses teintes rougeâtres ou bigarrées.

Après Engomer, riche en calcaires à couseranites, la vallée s'élargit ; les montagnes calcaires s'écartent et semblent fuir vers l'ouest dans la direction de Balaguères et du pic de Lestelas ; jusques à Castillon nous ne trouverons guère que des bancs de grès et des schistes noirâtres, les uns ardoisiers, exploités au-dessus d'Arrout, où l'on a signalé des ammonites, et aussi à Orgibet et Augirein ; les



Est Fig. 47. — PANORAMA GÉOLOGIQUE DU CASTILLONNAIS Ouest
(Vue prise sur le revers méridional des escarpements de La Roque entre Engomer et Agert).

autres, tendres, argileux, à peine cohérents ; c'est à leur destruction facile par les agents atmosphériques et les eaux de surface qu'est dû l'élargissement du bassin qui a donné lieu au cirque de Castillon et à la vallée de la Bellongue. Quelques géologues trompés par la couleur noire des assises, les ont confondues avec les schistes carburés siluriens ; mais leurs relations avec les niveaux fossilifères du lias moyen nous portent à les attribuer à la base du jurassique, ainsi que l'avaient déjà fait Dufrénoy et l'ingénieur Mussy. Le système ardoisier de la Bellongue appartient d'ailleurs au même niveau que les ardoises d'Ornolac (Haute-Ariège) et que celles de Labassère et de Gerde, dans les Hautes-Pyrénées.

Entre Engomer et Castillon, c'est toujours le terrain jurassique qui se montre exclusivement; signalons toutefois, sur le bord même de la route et aux portes de cette dernière localité, l'ophite du Castéra qui, plongeant sous la rivière du Lez, reparait sur la rive opposée, tout près du château de Coumes; l'ophite y est fréquemment diallagique et passe, par places, à une véritable serpentine.

La petite ville de Castillon est adossée à un calcaire plus ou moins cristallin, parfois saccharoïde, presque toujours fidèle compagnon de l'ophite; ce calcaire, qui est inférieur aux schistes ardoisiers et argileux de la Bellongue, semble correspondre, comme niveau stratigraphique, au calcaire rubané qui, dans les Pyrénées et notamment dans les montagnes de Foix, tient la place du lias inférieur. Le calcaire de Castillon, qui va se rattacher par Barat, Cescau et Loutrein au calcaire à couseranites d'Engomer, constitue la partie septentrionale du monticule du Calvaire; le côté sud est entièrement granitique.

Région en amont de Castillon. — A partir de Castillon, la vallée change de caractère: le bassin se ferme peu à peu et, vers l'entrée du vallon de Salsein, la gorge commence, gorge étroite, profonde, flanquée de rochers granitiques (gneiss et granites) qui accompagnent la route jusqu'en plein pays de Bethmale. A ces masses granitiques qui constituent le sous-sol de la forêt de Castillon, vient s'adosser, à Bordes même, un pointement ophitique assez considérable.

Sur ses flancs et aux abords même de la rivière qui descend du col de la Quore, existe une bande à peine visible de schistes argileux noirâtres et de calcaire à couseranites; cette formation, qui se rapporte à la base du jurassique, se retrouve avec l'ophite sur la rive droite du Lez, qu'elle coupe en diagonale, passe par Ourjout, Salsein, et, prenant un développement sans cesse croissant, va se rattacher ensuite au puissant système jurassique que nous avons déjà indiqué dans la Bellongue. Vers l'est, le lambeau jurassique de Bordes disparaît, perdu dans une faille qui suit, à peu de chose près, le thalweg de la vallée de Bethmale; mais on en retrouve des témoins au-dessous du col de la Quore, et, par-delà ce point, il prend une grande extension dans la vallée d'Esbints et aux environs de Seix, où il va donner la main à l'intéressant chaînon calcaire de la région d'Aulus et de la Haute-Ariège.

En amont de Bordes, on rencontre un conglomérat curieux rappelant celui de Cierp, des argilolites rouges et des grès de l'époque triasique; le dévonien se montre aussi sur les hauteurs, mais avec un faciès métamorphique des plus accusés.

Ces diverses formations sédimentaires, peu développées ici, sont juxtaposées à un massif granitique non plus strato-cristallin comme

celui de Castillon-Bethmale, mais essentiellement cristallin, formé surtout de granites massifs. Ces granites, aux tons rougeâtres ou verdâtres, se montrent dès le pont neuf de Bordes et forment, avec quelques rares porphyres, les murs du défilé sauvage au bas duquel serpentent côte à côte le torrent du Lez et la route de Sentein.

Plus haut, le granite disparaît et la vallée ne tarde pas à s'ouvrir



Fig. 48. — PANORAMA GÉOLOGIQUE DES MONTAGNES DU BIROS
(Vue prise aux environs d'Irazein)

à l'approche des gorges qui descendent de Balam, du mont Vallier, de Barlonguères et du Mail de Bulard ; sur la gauche, viennent déboucher successivement les vallées de Létruque, du Riberot, d'Orle, du Lez, vallées transversales ayant sensiblement la même structure ; sur la rive droite se montre une région mamelonnée, composée essentiellement de schistes argileux noirâtres, qui s'élève graduellement jusqu'aux crêtes de l'Arraing, formées de calcaires dévoniens (9) et jurassiques, avec quelques lambeaux de trias. Depuis la Goute jusqu'à Sentein et Antras, le thalweg est entièrement creusé dans les schistes du silurien supérieur (8), richement dotés ici au point de vue des fossiles. En s'acheminant vers le sud, le long d'une quelconque des vallées transversales, on trouverait les dalles lustrées et les schistes ardoisiers du silurien moyen (7, 6), les schistes carbonés inférieurs (5), en certains points fossilifères, les quartzites et schistes siliceux du cambrien, et enfin, aux abords de la crête, les schistes pétrosiliceux et

silurien moyen représenté par des schistes argilo-siliceux noirâtres et un puissant calcaire métallifère. Cette bande constitue exclusivement la zone frontière et va se rattacher à celle du mont Rouch par les massifs du Maubermé, du Mail de Bulard, du Vallier. Dans tout son parcours, elle constitue un champ de filons métallifères des plus remarquables. Tous les ports de la frontière (ports de la Hourquette, d'Uretz, d'Orle, d'Aula), et les plus hautes cimes sont dans cette zone.

A l'ouest elle forme le massif de Crabère; elle passe de là dans le bassin de la Garonne où nous la retrouverons plus tard.

2° *Terrain granitique de Cornave*. — Le granite des environs de Salau, après avoir disparu quelque temps, vient affleurer de nouveau au pied du Vallier, sous la forme d'un pointement considérable; il franchit ensuite la vallée du Riberot et se termine en pointe en vue de la rivière d'Orle dans la montagne de Cornave. Plus à l'ouest, pas de traces de cette roche éruptive; mais il y a sur le prolongement, et au nord de la zone précédente, tout un ensemble de phénomènes métamorphiques, d'émissions filoniennes et de perturbations qui trahissent sa présence souterraine. Dans la haute vallée du Lez cette bande granitique est jalonnée par une faille.

3° *Terrains anciens de Sentein et du Biros*. — Par-delà cette faille, les terrains anciens prennent un magnifique développement à travers le pays du Biros. Nous y verrons tour à tour, mais affleurant à plusieurs reprises par suite d'ondulations multipliées, le *cambrien*, le *silurien moyen*, le *silurien supérieur*, ce dernier étage étant exceptionnellement riche en fossiles aux environs de Sentein; au-dessus se montre le *dévonien* de Balacé et d'Uchentein, correspondant à celui du pont de la Taule.

Cette zone puissante, qui constitue la majeure partie du Biros, se poursuit vers l'est à travers les vallées d'Orle, du Riberot, de Létruque, et après avoir franchi les crêtes de Balam, passe dans le bassin du Salat où elle va se rattacher, par la vallée d'Estours, à la bande paléozoïque de Salau et de Couflens.

Vers l'ouest son développement est aussi très considérable à travers les montagnes de l'Izar, d'Uls et de Melles.

Dans le défilé qui est en amont de Bordes et aussi aux environs du lac de Bethmale, un pointement d'un granite particulier est venu troubler la succession régulière et donner des enchevêtrements singuliers de calcaire et de granite et spécialement un conglomérat que nous désignerons sous le nom de *magma de Bordes*, par analogie avec ce que, dans la Haute-Garonne, Leymerie a désigné sous le nom de *magma de Cierp*.

La zone paléozoïque du Biros est généralement bordée, au nord, par une zone de roches rougeâtres relevant du *trias*.

4^e *Terrains secondaires de Bordes et de la Bellongue.* — Le jurassique de Seix ou plutôt de Mirabat remonte la vallée d'Esbints, puis se perd avant d'arriver au col de la Quore; mais on en retrouve des traces dans le haut de la vallée de Bethmale et aussi le long du thalweg, où cette bande est en partie perdue dans une faille. A Bordes même, cette zone est représentée par un mince liseré de schistes noirâtres et de calcaire à couseranites, à peine visible sur la rive droite du Balamet au pied de l'ophite de Bordes. Mais par delà le Lez, le jurassique prend une grande extension vers Ourjout, Aulégnac, Salsein; il gagne le massif de l'Arraing, les hauts vallons de Saint-Lary d'où il passe dans la Haute-Garonne. C'est dans cette bande qu'est entaillé l'étroit défilé de Saint-Béat.

Dans tout son parcours, le terrain jurassique est lardé d'ophites et de lherzolites; c'est par excellence la zone de la couseranite et des calcaires cristallins. Des affleurements triasiques se montrent sur quelques points.

Du côté nord cette zone se confond avec une autre zone de terrains secondaires que nous trouverons plus bas.

5^e *Terrain primitif de Bethmale.* — Il est formé surtout de gneiss et de granite-gneiss traversé par des filons de granite et de pegmatite. C'est l'épanouissement de la bande de Seix. Il franchit le Lez entre Bordes et Castillon, se laisse voir un instant à l'entrée du vallon de Salsein, puis disparaît à l'ouest, masqué par les sédiments triasico-jurassiques de la Bellongue; il se poursuit toutefois en profondeur et reparait dans la plaine de Saint-Béat où il va former le soubassement du pic du Gar.

6^e *Terrains secondaires d'Engomer et de la Bellongue.* — Depuis la Bellongue jusqu'à Saint-Girons s'étendent d'énormes dépôts de terrain secondaire, dépendant du trias, du jurassique et du crétacé. C'est ce système qui se montre tout le long du Lez, depuis Castillon où il butte contre le terrain granitique. Dans la direction de l'est, cette bande puissante se rattache, par Legerge et le vallon du Sour, à la zone d'Alos et du bassin d'Oust. A l'ouest, son développement est aussi très grand du côté de la Haute-Garonne.

La puissance extraordinaire de ces dépôts secondaires, relativement à la zone correspondante que nous avons vue dans le bassin du Salat, trouverait, d'après moi, son explication dans ce fait: c'est que la zone primitive de Lacourt et la zone paléozoïque de Riverenert étant recouvertes ici par des dépôts plus récents, il y a contact immédiat, au moins à la surface, entre les deux bandes secondaires, de Soueix et de Saint-Girons, signalées dans le bassin du Salat.

Le tableau ci-dessous indique les diverses zones et leur connexion avec celles du bassin du Salat :

- 1° Terrains anciens du Port de la Hourquette. — Tuc de Mauberme, Mail de Bulard, Vallier, *région du port d'Aula, Mont Rouch.*
- 2° Terrain granitique du haut Riberot. — Massif de Cornave, base ouest du Vallier, *Peyrot de Salau.*
- 3° Terrains anciens de Sentein. — Vallées d'Orle, du Riberot, de Létruque, Balam, *vallée d'Estours, Couflens.*
Avec liseré de trias et granite éruptif.
- 4° Terrain secondaire de Bordes et Aulégnac. — Versant occidental de la Quore, *Sentenac, Seix, Mirabat.*
- 5° Terrain primitif de Bethmale. — Forêt de Castillon et d'Alos, *Seix.*
- 6° Terrains secondaires d'Engomer et de la Bellongue. — Legerge, *vallée du Sour, Alos, Soueix.*
- 7° Terrains secondaires d'Aubert et Lembège. — Moulis, *Eycheil, Saint-Girons.*

Dans la description détaillée du bassin du Lez, nous adopterons l'ordre suivant, qui est, à peu de chose près, l'ordre géographique :

- 1° Environs de Castillon et vallée de Bethmale ;
- 2° Vallée de Létruque ;
- 3° Vallée du Riberot et massif du Vallier ;
- 4° Vallée d'Orle ;
- 5° Vallée du Lez en amont de Sentein ;
- 6° Vallée du Lez en aval de Sentein ;
- 7° Vallée de l'Isar.

D'après cet exposé on peut voir que, fidèle à la marche que nous avons suivie jusqu'ici, nous procédons toujours de l'est vers l'ouest ; la dernière vallée nous amènera sur la lisière de la Haute-Garonne, région qui fera l'objet du chapitre suivant.

ENVIRONS DE CASTILLON ET VALLÉE DE BETHMALE

La région située en aval de Castillon est entièrement formée de terrains secondaires sur lesquels nous n'avons pas à revenir. Mais le pays de Castillon et la vallée de Bethmale, placés sous la dépendance d'un grand massif strato-cristallin, doivent nous arrêter quelque temps. Bien des questions y sont dignes d'intérêt ; aussi nous occuperons-nous non seulement du massif primordial qui s'élève vers l'est, et des roches éruptives qui le recoupent ou qui sont à son contact, mais encore des terrains sédimentaires, le plus souvent métamorphiques qui lui servent de bordure.

Fig. 50. — VALLÉE DE BETHMALE ET ENVIRONS DE CASTILLON. — COUPE ENTRE CASTILLON ET LA VALLÉE DE LÉTRUQUE

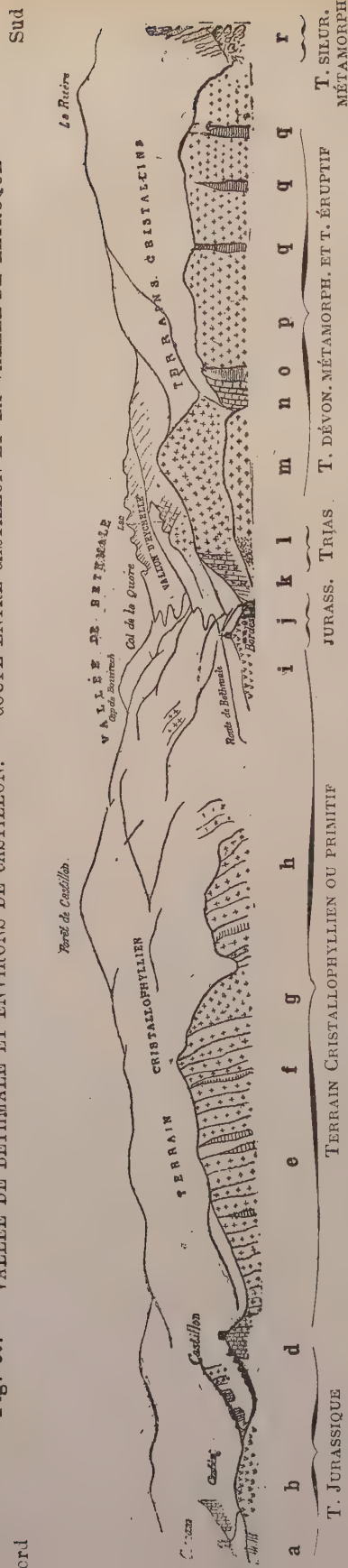
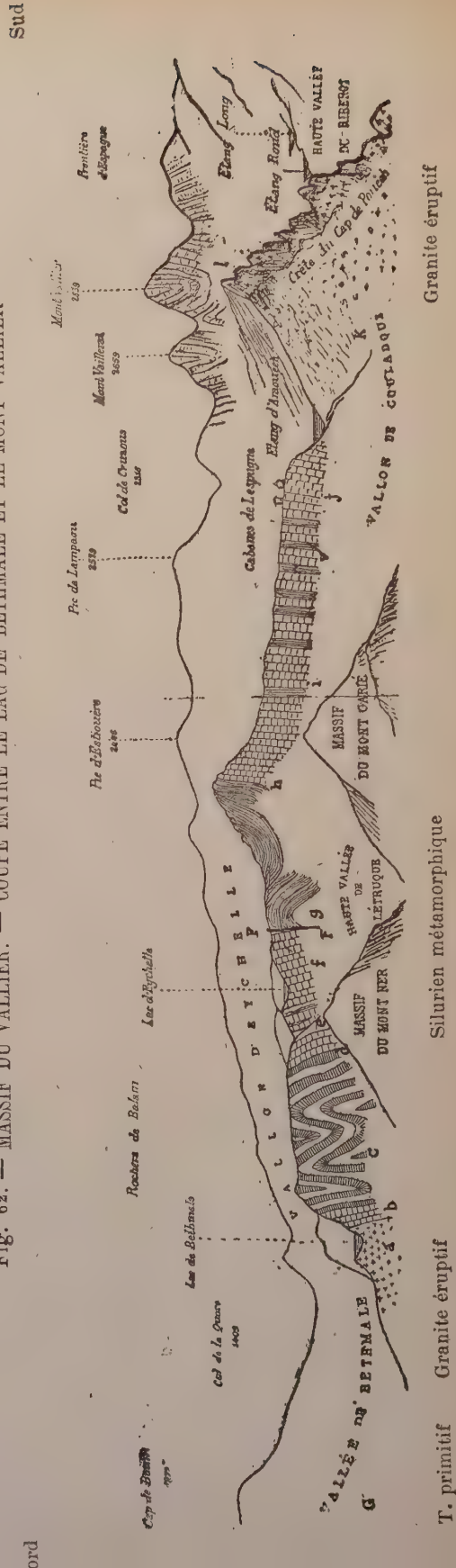


Fig. 62. — MASSIF DU VALLIER. — COUPE ENTRE LE LAC DE BETHMALE ET LE MONT VALLIER



Une coupe panoramique, dirigée sensiblement N.-S., le long de la route de Castillon à Sentein, sert à indiquer la structure générale des massifs de Castillon et de Bethmale, qu'il est impossible de séparer géologiquement. Une autre coupe, également panoramique, montre la disposition des terrains secondaires autour du massif primordial de Castillon. Une troisième donne en détail la structure des environs de Bordes, entre Arrien et la Ruère. Deux autres suivent la rive gauche du Lez, l'une dans le haut, l'autre dans le bas, et étudient les rapports des sédiments secondaires et paléozoïques avec les roches cristallines du défilé de Bordes.

Enfin, l'étude de la région sera complétée par une série de cinq coupes parallèles, transversales à la vallée de Bethmale, coupes en retrait les unes par rapport aux autres et disposées comme si l'observateur était placé sur la montagne qui borne à l'ouest l'entrée de cette vallée ; cette dernière série non seulement permet de suivre de proche en proche les diverses zones dans leurs transformations, mais sert, en outre, à raccorder, par le col de la Quore, le bassin du Lez avec celui du Salat.

Coupe de Castillon à la vallée de Létruque, par Bethmale.

Jurassique. — a. — *Schistes noirs de Cescau*, avec grès divers, toujours subordonnés; ardoisiers en divers points (Augirein, Orgibet, Cescau, Arrout). Dans cette dernière localité, ils renferment, d'après Charpentier, des ammonites; vers Agert ils se rattachent au lias fossilifère (peignes, térébratules, etc.). Cet ensemble, qui forme presque en totalité le sous-sol de la Bellongue, présente quelques flots de trias et de nombreux pointements ophitiques.

b. — *Ophite serpentineuse et diallagique du Castera* (Castillon). — Cette roche d'intrusion qui, par l'abondance de la serpentine et de la diallage s'écarte un peu du type normal, reparait avec les mêmes caractères sur l'autre rive du Lez, et particulièrement au château de Coumes et dans la direction de Sor.

d. — *Calcaire de Castillon*, formant le revers septentrional de la butte du Calvaire, où il est plaqué presque verticalement contre le granite et le gneiss. Il se retrouve à Barat où il est très métamorphique, à Cescau, Loutrein, Engomer, et plus amont sur le chemin de Salsein et près d'Aulégnaç; presque partout il est en relation avec des roches ophitiques. Ce calcaire est remarquable par sa cristallinité, sa dolomitisation fréquente, sa richesse en minéraux métamorphiques (couseranite, dipyre, pyrite, limonite épigène, amphibole, etc.). On n'hésitera pas à y voir l'analogue du calcaire d'Aulus; d'un autre côté nous montrons qu'il se rattache au calcaire marmoréen de Saint-Béat.

Terrain primitif. — e. — *Gneiss de Castillon et de Bethmale.* — Gneiss à

mica ferro-magnésien habituellement noir, mais prenant souvent, par altération, des reflets bronzés ou mordorés; aréniforme à la surface, mais très dur à l'intérieur, il est fréquemment lardé de veinules de quartz et de filons de pegmatite grossière. Cette roche fondamentale, mêlée de gneiss granulitique, prédomine dans l'épais massif granitique qui s'étend de Castillon à Seix à travers la forêt de Castillon et la vallée de Bethmale; en certains points elle devient rougeâtre, probablement sous l'influence du granite à mica blanc qui la traverse çà et là. Ce gneiss renferme, comme éléments accidentels, du grenat almandin (Bethmale, La Quore), du graphite (col de La Quore, forêt de Castillon).

Dans la pegmatite et dans du gneiss traversé par la pegmatite, j'ai rencontré, au-dessus de Castillon, des faisceaux soyeux de fibrolite et, à mi-vallée de Bethmale, un minéral blanc à éclat nacré se présentant en lamelles radiées, divergentes; il semble provenir de l'altération du feldspath et, par ses caractères extérieurs, se rapproche de la stilbite ou d'une zéolite analogue.

- f. — *Pegmatite grossière*, habituellement sans mica; en filons peu développés mais nombreux, constituant un lacis assez complexe.
- g. — *Granite à mica blanc et pegmatites*; forment au bord du ruisseau d'Idrein une masse d'intrusion ayant percé le terrain primitif.
- h. — *Gneiss à mica noir*, parfois grenatifère; en certains points passe à des sortes de leptynites. Il est identique d'ailleurs à la roche qui couvre la forêt de Castillon et de Bethmale.

Terrain éruptif. — i. — *Ophite épidotifère et diallagique de Bordes*. — Elle forme le monticule qui supporte l'église, coupe obliquement le Lez et se montre de nouveau à Ourjout, puis au-dessus d'Aulégnac, d'où elle passe à Salsein et dans la Bellongue.

Jurassique. — j. — *Schistes noirs et calcaires à couseranites*. — Ces roches se voient à peine sur la rive droite du ruisseau de Bethmale, à une faible distance au-dessus du pont de Bordes; elles sont sur le même niveau que les schistes et calcaires du nord de Castillon, indiqués au début de cette coupe.

A peine représentées ici, au point de passer inaperçues, ces assises prennent un grand développement sur l'autre rive du Lez, vers Ourjout, Aulégnac et, suivant de près les affleurements ophitiques, vont se rattacher ensuite à la puissante formation jurassique qui couvre la Bellongue. L'inégalité de développement de ces assises, leur contact avec un conglomérat curieux placé sur la rive droite du ruisseau de Bethmale, semblent indiquer, le long du thalweg de cette vallée, l'existence d'une faille dans laquelle ces terrains secondaires se seraient en partie abîmés.

Magma. — k. — *Conglomérat de Bordes*. — Entre le jurassique qui vient d'être décrit et le trias qui va suivre, se trouve par-delà la rivière de Bethmale un magma singulier de roches variées: argilolites du trias, granite rouge à oligiste, granite vert épidotifère, calcaire rougeâtre;

en un mot, toutes les roches que nous trouvons au sud semblent s'y être donné rendez-vous. Les parties constituantes de ces conglomérats, habituellement plus ou moins anguleuses mais à bords mousses, sont cimentées par du calcaire et parfois de l'aragonite; dans la masse se montrent des miroirs de frottement attestant des mouvements énergiques.

Cette formation complexe est, à mon avis, une *brèche de friction* remplissant une faille qui se serait produite le long du thalweg de la rivière de Bethmale, après la venue de l'ophite.

D'ailleurs, ce conglomérat, que nous désignons sous le nom de *Magma de Bordes*, se rattache à un phénomène d'ordre général; nous en retrouverons l'écho aux environs de Saint-Béat dans ce que Leymerie a appelé le *Magma de Cierp*.

Trias. — 1. — Argilolites et arkoses. — Au sortir de Bordes, le regard s'arrête sur des roches d'un rouge vif très marqué; leur aspect rutilant, leurs relations, sur la rive opposée du Lez, avec des calcaires dévonieniens, les désigne comme triasiques. En raison de leur proximité avec le granite et de leur composition minéralogique, je suis porté à croire qu'elles résultent de la trituration et du remaniement des éléments du granite. Ce sont des limons, des sables, des arènes granitiques qui, ultérieurement, par simple durcissement ou par cimentation, auraient donné des argilolites, des grès, des arkoses. Sur ce point, le faciès argileux ou gréseux prédomine; mais en suivant cette bande vers l'est, la roche devient une arkose à ciment variable. Nous aurions donc, en somme, des arkoses et des argilolites formées au dépens du granite, mais tenant la place du trias.

Terrain éruptif. — m. — Granite à oligoclase de Bordes. — Au pont jeté sur le Lez se montre un magnifique pointement de granite à oligoclase: la roche est vivement colorée, soit en vert par la chlorite et l'épidote, soit en rouge par le fer oligiste, qui d'ailleurs s'y présente quelquefois en écailles.

La disposition de ces minéraux autour des autres éléments de la roche; la façon dont ils s'irradient dans sa masse en veinules et en ramifications irrégulières; leur concentration dans les cassures et les plans de séparation prouvent bien qu'ils sont de formation secondaire (1). Si on remarque, d'autre part, que c'est seulement au voisinage de l'ophite que le granite se montre riche en épidote et en fer oligiste, minéraux qui accompagnent presque constamment cette roche éruptive, on est amené à cette conclusion: c'est que ces éléments de formation secondaire du granite de Bordes sont liés à l'apparition de l'ophite, et résultent de son action métamorphique. Nous aurons d'ailleurs l'occasion de revenir là-dessus, à propos des roches éruptives et du métamorphisme.

(1) L'examen microscopique vient d'ailleurs le confirmer. Ajoutons qu'en certains points l'épidote est tellement répandue qu'elle constitue une véritable épidotite.

Dévonien. — n. — Calcaire métamorphique. — Un peu au-dessus du pont, et particulièrement sur la rive droite, se voit un mélange singulier de roches semi-granitiques, semi-calcaires, variant à chaque pas comme faciès et comme composition. En examinant de près ce mélange un peu confus, on voit que la masse dominante est un calcaire traversé par de nombreux filonnets d'épidote; le calcaire est rarement blanc; presque toujours sous l'influence de cette intrusion, il est flambé de vert ou de rouge sombre, la matière colorante se distribuant d'ailleurs de la manière la plus capricieuse; souvent aussi, par inhibition de silice ou de matière feldspathique, la roche devient plus dure, cesse même de faire effervescence avec les acides et passe alors à des sortes d'argilolites rouges, vertes, bariolées, rappelant le jaspe par leur couleur et parfois leur dureté.

Malgré sa position intra-granitique, ce calcaire est une formation indépendante relevant du dévonien supérieur; il passe en plusieurs points au dévonien ordinaire; sa présence dans une situation aussi anormale provient d'un englobement par le granite.

Terrain éruptif. — o. — Granite vert épidotifère. — Au-delà du magma calcaire reparait le granite, très riche ici en épidote. Nous le retrouverons avec le même aspect aux environs du lac de Bethmale. L'existence du granite sur la bordure méridionale du calcaire montre bien que cette formation est comprise entre deux masses granitiques.

p. — *Granite à mica noir, de la Ruère.* — Plus loin le granite change de composition et de faciès. L'épidote, l'oligiste ne se montrent plus que d'une manière accidentelle; la chlorite persiste plus longtemps, mais disparaît à son tour, et alors la roche, perdant ses vives couleurs, prend la teinte grise du granite ordinaire; elle ne renferme guère plus que les éléments du granite normal : mica noir, quartz, feldspath orthose.

Je considère néanmoins ce granite comme tout à fait indépendant du premier, celui du Pont de Bordes. Les passages qui semblent exister tiennent soit à l'action métamorphique réciproque des deux granites en contact, soit, et surtout, à ce que les deux ont été modifiés par des émanations ophitiques; ce dernier, il est vrai, à un bien plus faible degré.

q. — *Porphyres vrais et faux porphyres.* — Ce granite à mica noir, recoupé par le granite vert, présente aussi des filons singuliers dont nous avons dû exagérer la puissance sur la coupe pour les rendre sensibles. Ils sont constitués par une matière compacte qui est, suivant les cas, blanche, jaune ou livide. La compacité de ces roches, leur cassure esquilleuse, leur fusibilité les rapproche des eurites. L'examen microscopique m'a montré que ce sont tantôt des *porphyres pétrosiliceux et globulaires*, tantôt, et le plus souvent, de simples *variétés aphanitiques du granite de Bordes*. En effet, dans le même massif, et surtout aux abords du lac de Bethmale, le granite vert épidotifère passe en certains points à des roches compactes qui ressemblent en tout point

à des sortes d'eurites; quelquefois, dans un même échantillon, on suit le passage de la roche granitoïde à la roche compacte. Le microscope indique que ces variétés compactes sont formées d'un agrégat cristallin comparable, sauf la petitesse des éléments, à celui qui constitue les variétés granitoïdes. On a donc là un phénomène analogue à celui que présentent les granites et les granulites sur les bords des massifs et dans les filons minces, et en général sur les points où le refroidissement a été plus rapide; dans les parties centrales des massifs, au contraire, la roche est granitoïde. Ces variétés compactes rentrent donc dans le type des *microgranites*.

Silurien. — r. — Schistes siliceux et calcaires de Létruque. — Au-delà de ce massif cristallin se montrent les schistes siliceux de Létruque, en grande partie masqués au bas de la vallée par des dépôts erratiques dépendant de la grande moraine du Riberot. Ces roches sédimentaires se montrent nettement lorsqu'on remonte le torrent de Létruque. Quand viendra l'étude de cette vallée, nous étudierons en détail leurs relations stratigraphiques.

Schistes à graptolites d'Ausseps. — Nous verrons que ces roches se rattachent, aux environs d'Ausseps, à des schistes carburés à graptolites appartenant au silurien supérieur.

Coupe curviligne entre Arrien et La Ruère, par Bordes.

La description des environs de Bordes doit être complétée, sur certains points, par quelques détails qui n'ont pu trouver place dans la coupe précédente :

G_γ². — *Gneiss* à biotite des environs d'Arrien (Bethmale), traversé par de

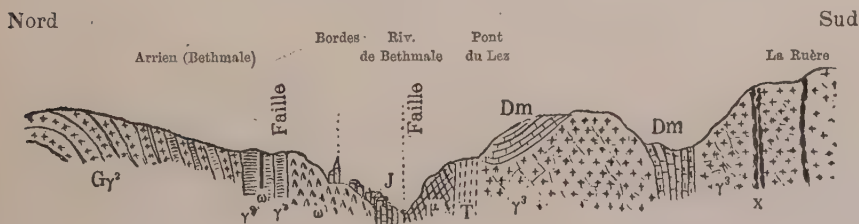


Fig. 51. — COUPE ENTRE ARRIEN ET LA RUÈRE.

nombreux filons de pegmatite; au voisinage de cette roche, développement de gneiss granulitique et de sillimanite.

γ². — *Pegmatite* blanche, fréquemment kaolinisée, en gros filons situés sur la lisière du terrain primitif.

ω. — *Ophite* de Bordes, tigrée, épidotifère; par places, la prédominance de l'amphibole hornblende rend la roche absolument noire; en

Terrain primitif. — b. — *Granite-gneiss aréniforme à mica noir* ; traversé par de nombreux filonnets de quartz et de pegmatite à mica blanc.

c. — *Gneiss graphiteux.* — Plus haut, coupant le sentier, se montrent des roches finement grenues à structure schistoïde peu accusée ; ce sont surtout des leptynites et des gneiss dans lesquels le mica est remplacé, en totalité ou en partie, par des lamelles de graphite. Le tout est en relation avec des pegmatites graphiteuses. Ceniveau, qui n'a que quelques mètres d'épaisseur, se trouve un peu au-dessous de deux granges sur le chemin de la forêt.

d. — *Gneiss aréniforme à mica noir.* — Le gneiss ordinaire, à mica noir, reparait ensuite, presque constamment désagréé et transformé en arènes jaunâtres par la décomposition du mica ferro-magnésien ; il est traversé aussi par de nombreux filons de quartz.

e. — *Granite à décomposition bolaire.* — Au-dessus, le gneiss passe à un granite se décomposant en masses sphéroïdales (granite bolaire). Ce granite qui est plutôt un granite gneisseux, se présente en bancs très nets, accusant l'origine sédimentaire de cette roche et sa liaison avec le gneiss ordinaire dont elle n'est qu'un accident.

f. — *Gneiss à mica noir.* — Plus haut, ce granite gneisseux se lie à des gneiss bien marqués, habituellement gris comme le gneiss normal de Saxe. Le pendage des bancs éprouve des variations fréquentes, ce qui fait supposer l'existence d'un certain nombre de voûtes et de plis concaves. Par places, le feldspath du gneiss s'imbibant de fer oxydé prend une nuance rosée qui transforme le gneiss gris en gneiss rouge. Je ne suis pas éloigné de croire que cette transformation doit être attribuée à l'action des pegmatites, comme l'admet M. Michel Lévy pour d'autres régions, d'autant plus que non loin de là j'ai rencontré des pegmatites riches en fer oligiste.

Cette coupe montre que le massif granitique de Castillon est essentiellement formé de gneiss à mica noir, tantôt feuilleté, tantôt granitoïde, celui-ci occupant la base d'après ce que nous avons vu sur d'autres points ; d'ailleurs le gneiss granitoïde (granite gneissique) a parfois une structure schistoïde si faiblement accusée qu'il ressemble à du granite. Ces roches sont traversées par du quartz et de la pegmatite grossière, en filons très nombreux, mais de faible épaisseur.

Dans un pli de gneiss à mica noir se trouvent des gneiss graphiteux et des sortes de leptynites en rapport avec des pegmatites graphiteuses.

Dans les parties basses, ce système est fréquemment désagréé et aréniforme, quelquefois jusqu'à l'épaisseur de 40 à 20 mètres ; il éprouve fréquemment alors la décomposition bolaire. Dans les parties hautes, au contraire, la roche est vive ; ce changement tient-il à une différence de composition, par exemple, à une richesse plus grande en matière quartzeuse ? D'après ce que j'ai vu sur d'autres

points, ce serait là simplement une question d'altitude : les parties élevées, longtemps recouvertes d'un manteau de neige éprouvent, plus rarement que les parties basses, l'effet des gelées qui tendent à morceler et à désagréger les roches les plus dures; d'ailleurs, les eaux de surface qui, à la faveur des pentes, constituent de puissants agents de destruction, sont naturellement beaucoup plus abondantes sur les croupes des montagnes que sur les sommets.

Dans le bas de la vallée et dans la direction de Salsein et de Bordes, les terrains affectent, autour du granite-gneiss de Castillon et de l'entrée du vallon de Salsein une disposition grossièrement circulaire, comme le montre le côté gauche de la coupe.

Ainsi le *calcaire de Castillon* (a) se retrouve chargé de couseranites et de dipyres en amont de Coumes (a'), aussi vers l'entrée de la vallée de Salsein (a''); il se rattache à celui qui avoisine Aulégnac (a''') et, franchissant le Lez, passe à Bordes, le long de la rivière de Bethmale; il file de là vers Seix où il prend un magnifique développement. Toutefois, entre cette dernière localité et Bethmale, il présente quelques solutions de continuité, probablement par l'effet d'une faille dans laquelle ce terrain se serait abîmé.

Vers le côté extérieur du circuit, le calcaire cristallin bute contre de l'*ophite* : telle est l'*ophite* du Castéra (ω), celle de Coumes (ω'), celle de Salsein (ω''), celle du nord-ouest d'Aulégnac qui se rattache en profondeur à l'*ophite* d'Ourjout (ω''') et de Bordes. Dans la vallée de Salsein l'*ophite* est très développée et forme deux bandes.

Par delà cette zone ophitique, évidemment continue à une faible distance de la surface, se trouvent des *schistes argileux*, parfois ardoisiers, généralement noirâtres, accompagnés de grès. Ce système largement développé dans la montagne d'Arrout (J), appartient à la partie inférieure du Jurassique, au lias; il est très développé en aval de Castillon, dans toute la Bellongue, d'où il passe dans les montagnes à l'ouest de Salsein et de là à l'ouest d'Ourjout. Un lambeau se montre sur les bords de la rivière de Bethmale; mais il disparaît bientôt pour ne plus reparaitre que sur le chemin de la Quore à Seix, sous la forme de schistes noirs ressemblant à des schistes siluriens.

Coupe entre Castet de Balacé et Aulégnac.

Cette coupe, dirigée sensiblement S. O.-N. E., et à échelle libre, suit le chemin de hauteurs qui conduit du village d'Uchentein au hameau d'Aulégnac, dépendance de la commune de Bordes. Elle est destinée à montrer les rapports du magma de Bordes, d'une part avec la série paléozoïque, de l'autre avec les terrains sédimentaires. En prenant le point de départ de cette coupe à mi-distance environ de Balacé et d'Uchentein, on a successivement :

Trias. — **T.** — *Poudingues, grès et argilolites triasiques de Castet*, logés dans un pli du terrain dévonien; ces roches détritiques couronnent le monticule de Castet, sorte de promontoire ayant pour piédestal des calcaires marmoréens du dévonien supérieur.

Dévonien. — **D³.** — *Calcaires dévoniens d'Uchentein*. — Le dévonien est ensuite bien représenté, surtout entre Castet et Uchentein; il se com-

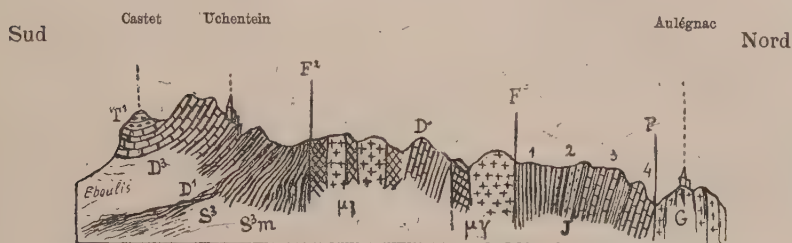


Fig. 53. — COUPE ENTRE CASTET DE BALACÉ ET AULÉGNAC

pose de schistes verts passant à des novaculites, et surtout des calcaires entrelacés de diverses couleurs, principalement rouges ou verts, dont on a tenté l'exploitation; on y trouve aussi des calcaires gris, à pâte fine, presque lithographiques.

D¹. — *Schistes et grauwaques*. — Après avoir dépassé le village d'Uchentein, se montrent des calschistes argileux, parfois du calcaire noirâtre, mais surtout des grauwaques; le tout habituellement terne et roussâtre, au moins à la surface; c'est la base du terrain dévonien dans les Pyrénées.

Silurien supérieur. — **S³.** — *Schistes carburés supérieurs*. — Au-delà viennent des schistes carburés noirs, terreux, contenant des graptolites. C'est là l'horizon du silurien supérieur; il devient très fossilifère plus bas, aux environs de la Goute. Ce système supporte les calschistes et calcaires du dévonien. Entre Uchentein et le point où nous sommes, les couches changent souvent de direction, néanmoins on peut remarquer qu'elles tendent à se diriger nord-sud pour s'appuyer sur le granite de la Ruère; loin du granite elles étaient orientées est-ouest avec une régularité remarquable.

Magma. — **μ.** — *Magma granito-calcaire*. — A Lamerlu, singulier mélange de roches calcaires et granitiques, analogue à celui de Bordes. Le calcaire est flambé de vert et de rouge par l'épidote ou des oxydes de fer; il forme avec le granite une brèche grossière qui change d'aspect à chaque pas. Ce même système se retrouve à Pétillac, à Bachert, et par delà le Lez, à Charcobu où on a essayé de l'exploiter. Le calcaire bariolé n'est autre chose que du dévonien métamorphique; il est en rapport avec ce terrain du côté nord et s'y rattache d'ailleurs lithologiquement.

Terrain éruptif. — γ . — *Granite vert.* — Tout près est un beau granite vert rappelant celui du lac de Bethmale et du pont de Bordes.

Dévonien. — D³. — *Calcaires marmoréens.* — Par delà le granite on rencontre, à l'endroit dit Cap del Prat (quartier de Sarraz des Carbounès), le terrain dévonien revêtant le versant nord d'une colline qui descend directement sur Bordes. Il est composé d'une puissante brèche calcaire, englobant des fragments énormes de griotte bien nette, de calcaire rouge ou vert, de calcaire grisâtre grossièrement schisteux, de calschistes à encrines passant à des schistes subardoisiers. Ce sont ces mêmes roches qui, plus haut, sont englobées dans la brèche de Lamerlu.

Plus loin ce terrain dévonien est en contact avec des roches triasiques. L'absence de celles-ci sur les hauteurs tient peut-être simplement à des phénomènes de dénudation.

Magma. — μ . — *Magma granito-calcaire.* — Au-delà, vers Laouerde, se montre de nouveau le magma granito-calcaire; il se dresse en escarpements rugueux qui dominent au nord le village de Bordes.

Jurassique. — J. — *Calcaires et schistes d'Ourjout.* — Plus loin commence une série plus régulière appartenant au terrain jurassique :

1^o Elle débute par des schistes noirs, argileux, pigmentés de blanc; en certains points on y distingue de la couseranite, maclée comme la chiastolite; les cristaux sont généralement blancs et tendres à la surface, par suite de décomposition partielle.

2^o Des grès rubanés viennent ensuite, accompagnés de près par des schistes argileux de couleur jaune ou fauve, transformés en dalles par inhibition de quartz.

3^o Au-delà, alternances nombreuses de calschistes argileux en plaquettes jaune clair, à dendrites superficielles; on y trouve des traces de *fucoïdes*. En certains points la roche est très contournée et renferme des mouches de chlorite et de la pyrite en assez grande abondance. Ces éléments cristallins et ces perturbations sont peut être liés au voisinage de l'ophite.

4^o Près de là, et à peu de distance d'Aulégnac, se trouve un calcaire cristallin, grisâtre ou jaunâtre, pétri de grosses couseranites blanches. C'est probablement dans cette zone que doit passer en profondeur l'ophite d'Ourjout, qui va rejoindre celle qui supporte l'église de Bordes.

Les trois premières assises représentent probablement l'infra-lias (J₁).

Le calcaires à couseranites, le lias inférieur (J₁).

Terrain primitif. — G. — *Gneiss d'Aulégnac.* — Sous la chapelle d'Aulégnac affleure le terrain primordial. Masqué quelque temps par quelques bancs calcaires, il reparait sur les bords du Lez où il se rattache au puissant système de Castillon-Bethmale.

Coupe entre Lascoux et Ourjout.

Cette coupe, dirigée N.E.-S.O., suit la route de Bordes à Sentein. C'est, à peu de chose près, la série trouvée, dans la coupe précédente,

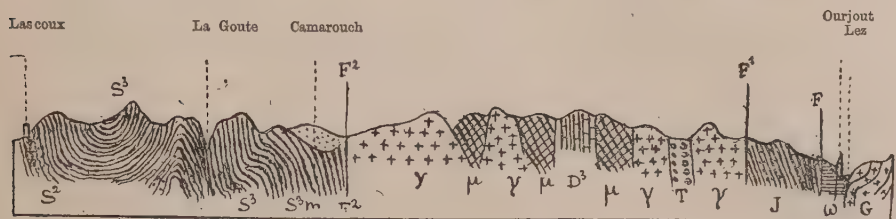


Fig. 54. — COUPE ENTRE LASCoux ET OURJOUT.

entre Castet et Aulégnaç. Seulement, elle se tient à 1 kilomètre, en moyenne, au sud de cette dernière, et affecte non plus les crêtes, mais la base de la montagne.

Voici la légende explicative à partir de Lascoux :

Silurien. — S². — *Schistes de Lascoux à Monograptus colonus* et à *Echinophorites balticus* (?), entrecoupés par des bancs nombreux d'eurilite. C'est la partie supérieure du silurien moyen.

S³. — *Schistes carbonifères pyritifères de la Goute*, à graptolites ; ils sont surtout développés le long de la route vers la Goute et Camarouch. Un peu plus bas ils deviennent nouveaux et passent aux *Knotenschiefer* ; en même temps les schistes argileux, jusque-là assez tendres, durcissent par inhibition de silice et donnent des dalles assez compactes.

Magma. — μγ. — *Magma granito-calcaire.* — Après un éboulis de roches vertes et rouges, consistant en schistes, calcaires et granite vert épidotifère, on trouve le granite en place. Puis on voit sur le bord de la route et surtout en dessus, des masses de calcaire bariolé et de schiste vert, formant un magma assez confus. De nouveau on trouve le granite épidotifère, puis le magma schisto-calcaire, cela à plusieurs reprises. Avant d'arriver au pont neuf de Bordes, le granite devient aréniforme et rappelle celui de Bethmale. Au pont même, le granite vert et rouge est nettement représenté.

Trias. — T. — *Argilolites triasiques.* — Après le granite se montrent des argilolites rouges, qui plus haut se rattachent à des grès et à des conglomérats. C'est un lambeau de trias en connexion avec du terrain dévonien bien caractérisé occupant une goutte qui descend sur Ourjout.

Magma. — μγ. — *Magma granito-calcaire.* — Le magma se montre de nouveau avec ses enchevêtrements singuliers de roches bariolées, les unes appartenant à du granite à oligiste et à épidote, les autres n'étant

autres que des sédiments métamorphiques dépendant du terrain dévonien.

Jurassique. — J. — *Schistes et calcaires jurassiques.* — Contre le granite ou plutôt le magma granito-calcaire, butent par faille les roches jurassiques déjà vues, d'abord des schistes et des grès, puis des calcaires cristallins à couseranites.

Ophite. — o. — *Ophite d'Ourjout.* — L'ophite paraît ensuite à Ourjout même dont elle forme le soubassement.

Terrain primitif. — G. — Au-delà enfin, sur les bords du Lez, vient affleurer le terrain primitif représenté par des gneiss.

Coupes parallèles à travers le pays de Bethmale.

Au nombre de cinq, et toutes dirigées nord-sud, ces coupes sont destinées à montrer les relations des terrains primordiaux avec les terrains sédimentaires. Elles sont disposées de façon à figurer en

Nord

Sud

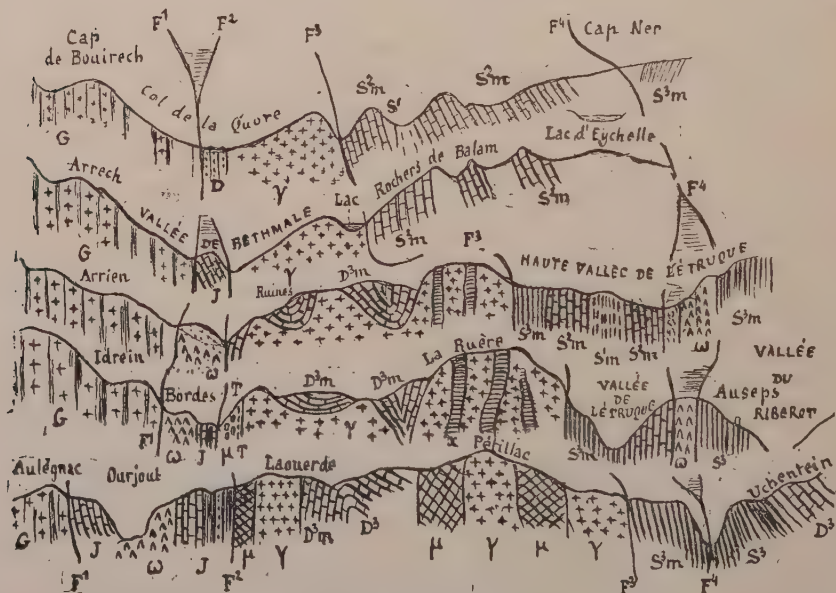


Fig. 55. — COUPES PARALLÈLES A TRAVERS LE PAYS DE BETHMALE.

perspective la structure de cette vallée à divers niveaux, l'observateur étant supposé placé sur les crêtes qui dominant le village de Bordes vers l'ouest, constituent en quelque sorte le front de la vallée de Bethmale. Pour que la comparaison de ces coupes soit plus facile à saisir, les assises correspondantes sont affectées de la même lettre.

Ces coupes, à échelle libre, quelquefois rendues un peu curvilignes pour passer par des points intéressants, sont les suivantes :

- 4° Du cap de Bouirech au cap Ner, par le col de la Quore.
- 2° De l'Arrech aux rochers de Balam, par le lac de Bethmale.
- 3° D'Arrien au mont Ner (Létruque), par les ruines de Castet.
- 4° D'Idrein à Ausseps (Riberot), par Bordes et la Ruère.
- 5° D'Aulégnac à Uchentein, par les hameaux de Laquerde et de Pétillac.

La même légende explicative s'applique à toutes :

J. — Jurassique.

D^m. — Dévonien supérieur métamorphique.

D^s. — Dévonien supérieur.

S^{5m}. — Silurien supérieur métamorphique.

S³. — Silurien supérieur.

S^{2m}. — Silurien moyen métamorphique.

S². — Silurien moyen.

S^{1m}. — Silurien inférieur métamorphique.

S¹. — Silurien inférieur.

G. — Gneiss.

μ. — Magma granito-calcaire.

ω. — Ophite.

X. — Porphyres et micro-granites.

γ. — Granite.

F ¹	} Failles.
F ²	
F ³	
F ⁴	

De l'examen comparatif de ces coupes parallèles, il ressort que .
au sud du terrain primitif de Castillon et de Bethmale, s'étend un lambeau de terrain secondaire compris entre deux failles (F¹, F²), l'intervalle étant en partie rempli par de l'ophite. Par delà se trouve une brèche de friction rappelant le conglomérat de Cierp ; puis vient un massif de granite éruptif avec filons de porphyre, ayant englobé et modifié des lambeaux de dévonien supérieur. Ce massif cristallin est en contact par faille (F³) avec des couches siluriennes au milieu desquelles s'est produite une nouvelle faille (F⁴) en partie remplie par une roche ophitique.

La multiplicité des failles nous explique les ondulations et les bouleversements singuliers de cette région, une des plus complexes et des plus métamorphiques des Pyrénées centrales.

VALLÉE DE LÉTRUQUE

La petite vallée de Létruque est intermédiaire entre celle de Bethmale et celle du Riberot. Le torrent qui la parcourt, le Balamet, prend sa source dans les montagnes de Balam, un des contreforts du mont Vallier. Au sortir de son cirque de réception, creusé surtout dans le calcaire, il coule vers le nord ; mais les masses granitiques de Bethmale le font obliquer vers le N.-O. ; il suit dès lors à peu près la lisière du granite jusqu'au moment où il se jette dans le Lez.

Vers le confluent s'étend une moraine granitique, masquant en partie les schistes argilo-siliceux du sous-sol ; mais à peine s'est-on

engagé dans le chemin qui longe la rive gauche, que les schistes carbonifères se montrent nettement ; grâce à la traînée noire qu'ils laissent dans les champs, l'œil peut les suivre aisément jusqu'au faite de la colline : c'est la continuation des schistes à graptolites des environs d'Auseps. Plus haut, les schistes s'imprègnent de mâcles et de pyrites ; les roches durcissent peu à peu par imbibition de silice et passent à des dalles qui sont fragmentées par un réseau de cassures. Ces modifications sont probablement dues à la proximité d'une faille qui, dans le bas de la vallée, suit de près le thalweg.

Sur le trajet se montrent, à l'état d'éboulis, de nombreux fragments d'une roche verte, présentant tous les caractères extérieurs de l'ophite ; ils descendent d'un massif assez important, situé au-dessus d'Auseps, dans la direction du pic de Lasbasques. Nous en retrouverons la continuation dans le haut de la vallée, et à cette occasion j'insisterai sur son allure et son gisement.

Plus amont, la pente devient plus raide et on entre dans la région des escarpements et des forêts. Ce changement de relief et de végétation indique un changement pétrographique ; bientôt, en effet, les schistes noirs ne se montrent plus et cèdent la place à des masses calcaires et siliceuses plus résistantes, aux teintes claires et aux reliefs heurtés.

Profitons de ce que ce point n'est pas trop écarté pour examiner de plus près cette formation, qui est habituellement l'apanage des cimes les plus ardues et des gorges les plus retirées.

Tout d'abord on recoupe des calcaires grenus, cristallins, incohérents par places, mais endurcis çà et là par des bavures irrégulières de matière siliceuse qui, plus résistantes que la masse, forment des rugosités à la surface de la roche.

A ces calcaires succède un schiste noir pyritifère qui n'a qu'un faible développement ; puis un calcaire cristallin, agréablement veiné de vert, suivi de près par des alternances répétées de schistes et de calcaires parfois bréchoïdes.

Plus haut les mêmes roches se montrent en bancs très nets, quoique affectés d'inflexions nombreuses ; leurs caractères se différencient graduellement : l'acide ne les attaque plus que difficilement et seulement par places ; la cassure, jusque-là cristalline, devient lithoïde, la pâte de la roche devient fusible au chalumeau. Ces changements de composition et de texture accusent suffisamment la présence d'une matière pétrosiliceuse qui imbibe d'une façon plus ou moins intime la masse du calcaire et le transforme parfois en une sorte de pétrosilex. Dans certains points les deux éléments, calcaire et pétrosilex, alternent en bandes très minces, de colorations différentes, donnant ainsi lieu à de véritables barégiennes.

Ce même ensemble, développé vers la cascade de Hount-Blanco, se poursuit longtemps avec quelques variations de plongement et d'inclinaison qui trahissent l'existence d'un certain nombre de plis; il persiste tout le long du chemin forestier qui s'élève graduellement, par des lacets multiples, sur les flancs boisés du rocher de Lasbasques, piton conique dont les escarpements étranglent la vallée. Il est vrai, la nature du sol échappe, pendant quelque temps, à l'observation, cachée qu'elle est par la végétation et une épaisse couche d'humus; mais les nombreux blocs dévallés des hauteurs attestent qu'on est toujours dans la même formation : toujours des roches rubanées, soit calcaires, soit schistes euritiques.

Dans une tranchée où la roche vive a été mise à nu, on peut voir, intercalée dans des schistes, une veine de serpentine vert sombre parallèle à la stratification.

Le chemin monte toujours au-dessus du lit du torrent, à travers de grosses masses rocheuses composées à peu près comme les précédentes. Puis on sort de la forêt et le chemin s'aplanit. Aux escarpements sauvages, hérissés de hêtres et de noisetiers, succèdent des pentes gazonnées donnant asile à quelques habitations pastorales; la vallée s'évase légèrement; nous devons nous attendre à un nouveau changement pétrographique. Bientôt, en effet, après quelques terres magnésiennes, verdâtres, qui représentent le prolongement de l'ophite d'Auseps, se montrent, à droite, sur les flancs de la montagne, des phyllades noirs qui viennent de l'entrée du Riberot; mais aussitôt après on retombe dans les calcaires rubanés et les schistes siliceux. C'est en particulier ce système qui, près de là, gravit le Pic del Miey (Pic du Midi de Bordes) et gagne le haut de la vallée, où il va se rattacher aux crêtes ardues de Balam, à celles du mont Garié et du mont Vallier. Les calcaires présentent parfois des bavures verdâtres ou rougeâtres, surtout épidotiques, qui les rapprochent des roches bariolées avoisinant le village de Bordes. Ici aussi cette intrusion est due probablement à l'injection d'un filon ophitique, ou du moins à la proximité du granite qui, occupant en ce point les profondeurs, se relève peu à peu et finit par émerger plus loin vers le fond du Riberot.

Une excursion poussée plus avant dans la vallée ne nous apprendrait rien d'important. Mieux vaut franchir le torrent et passer sur la rive droite; nous trouverons là comme la projection horizontale de tous les terrains que nous avons rencontrés en remontant le vallon, terrains dont les rapports stratigraphiques étaient difficiles à percevoir vu les contournements de la route forestière.

En marchant vers le nord se montrent, après les calcaires rubanés

indiqués plus haut, des schistes noirs vaguement maclifères : c'est la continuation de la bande déjà vue dans le bas de la vallée et aux environs d'Auseps.

Puis, au pied du mont Ner, apparaît un gîte considérable d'ophite. La roche, habituellement très tenace, est parcourue fréquemment par des filonnets d'épidote ; sa texture, presque toujours granitoïde, devient parfois porphyroïde, parfois même aphanitique par l'atténuation des éléments ; on y trouve aussi, mais accidentellement, du quartz, de l'asbeste verte et de l'amiante blanchâtre ; sur les bords, elle passe à une véritable serpentine.

Ici l'ophite n'est nullement en connexion avec le terrain triasique, et sa présence anormale au milieu d'assises siluriennes, l'absence de toute stratification, l'existence de nombreux miroirs de frottement, son intrusion dans le calcaire à l'état de serpentine et de veinules vertes, attestent que cette roche est de nature éruptive et forme le remplissage d'une faille.

Quelles sont les relations de cette ophite avec les terrains encaissants ? Du côté sud, nous l'avons vue en contact avec les schistes noirs du silurien supérieur ; du côté nord, elle est flanquée par les calcaires rubanés du silurien moyen. Toutefois, l'ophite est nettement séparée du calcaire par une bande d'aspect terreux, occupant la dépression d'un petit col qui conduit dans la vallée de Bethmale ; les masses qui la constituent, sont généralement blanches ou grises à la surface par suite de kaolinisation, et, par places, nuancées de jaune ou de rougeâtre. On distingue dans leur intérieur, empâtés dans un fond gris ou jaunâtre, des sortes de globules blancs, zonés, tantôt arrondis, tantôt grossièrement amygdalins, accompagnés presque toujours d'une matière verte. On croirait avoir affaire à un *porphyre globulaire* ; l'examen microscopique semble confirmer cette détermination. Toutefois, il est difficile de se prononcer d'une façon catégorique sur l'origine et les attributions de cette roche singulière, qui parfois rappelle les spilosités décrites par Rosenbusch. Peut-être cette masse, qui est parallèle à la zone ophitique, résulte-t-elle d'un remplissage de la faille par des apports hydro-thermaux qui auraient emprunté à l'ophite une partie de ses éléments.

Au nord de cette traînée blanche, large de trente à cinquante mètres et s'accusant nettement au loin, se trouve le calcaire silurien dont il a été déjà question, plongeant vers le sud sous un angle de 50 à 60 degrés.

Plus loin se montrent des schistes siliceux, puis des calcaires rubanés, des dalles siliceuses grenatifères, le grenat formant de véritables couches brunâtres comme à Barèges et au pic d'Arbizon ; nous retrouverons la même particularité dans les rochers de Balam. Au-

delà, enfin, on rencontre une zone de schistes siliceux fortement micacés, passant, par places, à de véritables cornéennes. C'est à la proximité du granite que cette assise doit son caractère cristallin et sa richesse en silice et en mica. Vers le coude de la rivière, en effet, on retombe dans le granite de Bethmale; il constitue toutes les hauteurs, tout en descendant quelquefois jusqu'au lit du torrent. Vers l'entrée de la vallée, il forme les escarpements ardues et sauvages de la Ruère, d'où l'on découvre un magnifique panorama sur le Biros, le pays de Bethmale et le massif du Vallier.

Explication des coupes et des panoramas géologiques concernant la vallée de Létruque.

N° 4. Vallée de Létruque (partie inférieure). — Ce profil géologique, dessiné d'après une vue prise sur la route de Sentein, donne une idée de la partie basse de la vallée de Létruque et de celle du Riberot, sa voisine. Il montre, à l'entrée des deux vallées, un amoncellement de

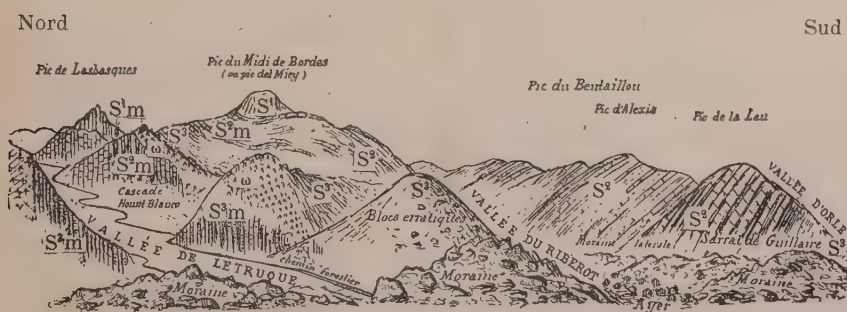


Fig. 56. — VALLÉE DE LÉTRUQUE (partie inférieure).

nature morainique dont les matériaux, presque tous formés de granite, proviennent du fond du Riberot et de la base même du Vallier; les blocs erratiques se poursuivent d'ailleurs tout le long de la vallée, constituent des moraines latérales, et s'élèvent à une assez grande altitude. Sur la gauche du dessin, on aperçoit le granite de la Ruère, bordé d'une bande de schistes siluriens supérieurs. En suivant le petit chaînon qui sépare les deux vallées et s'avance, en forme de promontoire, jusque sur le bord du Lez, on trouve d'abord le silurien supérieur fossilifère correspondant à une espèce de dos d'âne; le bas de la montagne est aussi occupé par le même terrain. En continuant vers l'est, on rencontre une butte ophitique dont les débris se re-

trouvent le long du chemin forestier. Vers la cascade de Hount-Blanco qui se détache en blanc sur le fond sombre de la forêt de Létruque, apparaissent les calcaires du silurien moyen, puis les schistes siliceux du silurien inférieur constituant en grande partie le piton de Lasbasques. Le Pic du Midi de Bordes (Pic del Miey), qui occupe le dernier plan, est aussi dans ce système.

Comme la partie inférieure de la vallée résulte surtout d'un plissement, les couches ne se correspondent pas de part et d'autre du cours d'eau, quoique celui-ci coupe les assises dans une direction légèrement oblique.

N^o 2. Vallée de Létruque (partie supérieure). — Cette vue, prise aux environs de Lasserre, sur le sentier de montagne conduisant à

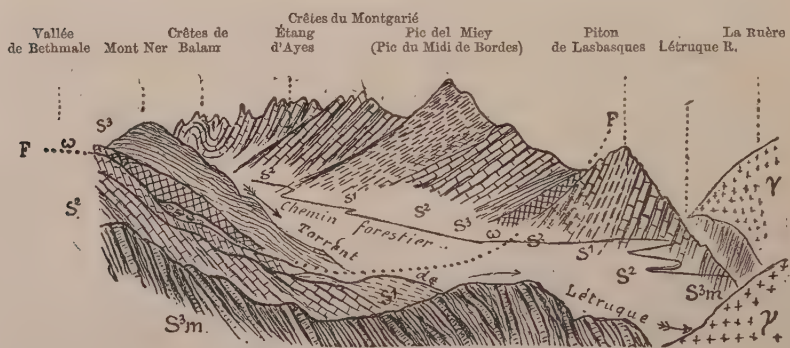


Fig. 57. — VALLÉE DE LÉTRUQUE (partie supérieure)

Sud

Bethmale, complète la précédente et donne un aperçu d'ensemble sur la partie haute de la vallée. Au fond, sur la droite, se montre le défilé qui passe à la base du piton de Lasbasques; c'est par là que s'opère l'ascension. De gauche à droite s'étend la crête séparant la vallée du Riberot de celle de Létruque, crête jalonnée par le piton de Lasbasques, le pic del Miey et le mont Garié. En avant se trouve une autre crête délimitant la vallée de Létruque et celle de Bethmale. Le fond de la vallée est barré par les rochers de Balam, premiers gradins du mont Vallier; ils dominent le cirque de réception terminal au fond duquel dort l'étang d'Ayes.

Dans ce parcours, la vallée est transversale; aussi voit-on les terrains passer d'une rive à l'autre.

N^o 3. Coupe détaillée le long du cours supérieur du torrent de Létruque. — Cette coupe résume la structure de la région : j'ai déjà

dit qu'elle peut être considérée comme une sorte de projection de tous les terrains qu'on rencontre en remontant le cours d'eau. Il me suffira de donner ici une légende succincte, renvoyant, pour les



Fig. 58. — Coupe le long du torrent de Létruque
(Partie supérieure). — Echelle : $\frac{1}{20000}$ env.

détails, à la description générale de la vallée. En allant du nord au sud, on trouve successivement :

- 1° Granite à mica noir de la Ruère ;
- 2° Schistes siliceux, parfois micacés, avec cornéennes (S³m; indiqués par erreur S¹m sur la coupe);
- 3° Schistes siliceux grenatifères et schistes argilo-siliceux (*id.*);
- 4° Calcaires rubanés et barégiennes (S²m);
- 5° Schistes siliceux et feldspathiques, formant voûte (S¹m);
- 6° Calcaire compacte, translucide sur les bords (S²m);
- 7° Roches blanches avoisinant l'ophite (porphyres globulaires, spilosités?);
- 8° Ophite serpentineuse;
- 9° Ophite épidotifère, habituellement aphanitique;
- 10° Schistes noirs, noduleux, sub-maclifères (S³m);
- 11° Calcaires rubanés (S²m).

En somme, du nord au sud, se montre d'abord le silurien supérieur, puis le silurien moyen formant, par dessus le silurien inférieur, une voûte rompue; par delà se trouve une faille qui a donné issue à l'ophite; vient ensuite le silurien supérieur reposant sur le silurien moyen.

N° 4. Coupe entre le Lez et le piton de Lasbasques. — Cette coupe, dirigée sensiblement N.O.-S.E., suit, à peu de chose près, la ligne de faite de la ride montagneuse qui se détache du piton de Lasbasques, dans la direction du Lez. Après la moraine du bas Riberot, dont les blocs masquent assez longtemps la nature du sous-sol, on trouve la succession ci-dessous indiquée :

S³. — 1° Schistes argileux; 2° grès rubané; 3° schistes argilo-ferrugineux; 4° schistes ardoisiers en bancs très minces; 5° schistes argileux

blancs ou gris cendré, ondés de noir; 6° schistes ferrugineux; 7° grauwacke noirâtre, avec filons de quartz; 8° schistes argileux à *graptolites*; 9° dalles calcaro-schisteuses; 10° schistes noirs ampéliteux.



Fig. 59. — COUPE ENTRE LE LEZ ET LE PITON DE LASBASQUES (au $\frac{1}{25,000}$).

ω. — 11° Terres argilo-talqueuses, diversement bariolées; 12° masse ophitique, prolongement du pointement du haut de Létruque.

S². — 13° Calcaires rubanés.

S¹. — 14° Dalles siliceuses, avec veinules euritiques, du piton de Lasbasques.

Au-delà on retrouve le calcaire déjà vu en suivant le sentier forestier.

Les premiers termes de la série (de 1 à 10) appartiennent au silurien supérieur; quelques assises peut-être représentent les termes les plus élevés du silurien moyen. Une faille survient ensuite remplie, du moins sur ce point, par l'ophite. Au-delà on retrouve le calcaire rubané, habituellement cristallin. Plus loin se montrent, au piton de Lasbasques, les schistes siliceux du silurien inférieur.

N° 5. Coupes parallèles à travers la vallée de Létruque. — Les terrains sédimentaires de la vallée de Létruque ont éprouvé des perturbations considérables liées, selon toute apparence, à la présence des masses granitiques de la Ruère et du lac de Bethmale : tandis qu'aux environs de Sentein les assises se poursuivent de l'est à l'ouest avec une régularité étonnante, ici, comme d'ailleurs dans le voisinage d'Uchentein, elles sont influencées par l'action du granite dont elles tendent à suivre la lisière; en outre, elles ont été fortement relevées sur ses flancs, quelquefois même avec un léger renversement, et ont éprouvé des plissements longitudinaux très accentués.

Il semble, en outre, qu'il y ait eu poussée de bas en haut de la part du granite, et que cette poussée ait été plus intense vers le haut de la vallée et en particulier aux environs du pic de Lasbasques. Ce qui porte à le croire, c'est que les assises les plus inférieures perdues dans les profondeurs au voisinage du Lez, viennent affleurer en ce point en y atteignant une surélévation assez considérable.

Ces mouvements ont été accompagnés de fractures et de dénivellations plus ou moins accusées. C'est là l'origine de la faille que nous

Nord

Sud

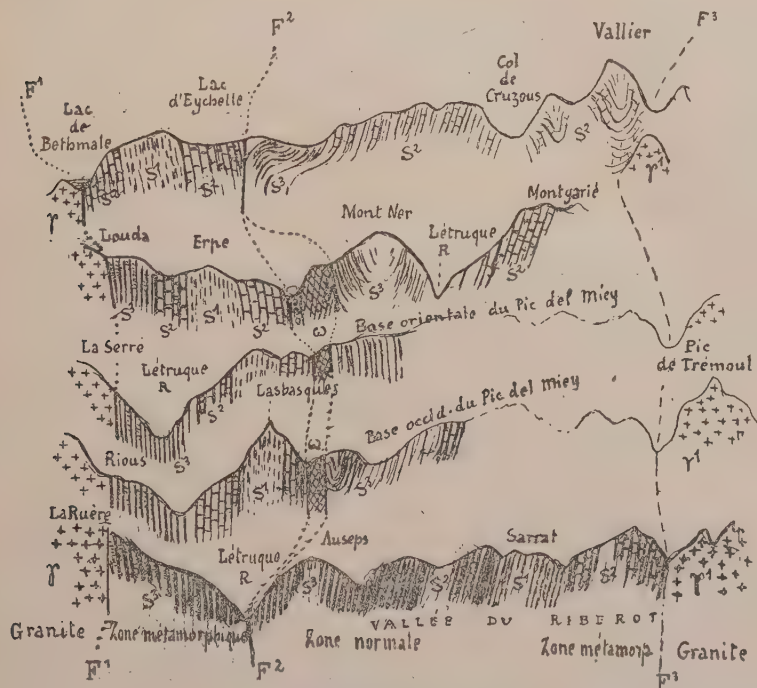


Fig. 60. — Coupes parallèles à travers la vallée de Létruque

avons déjà indiquée, faille qui a été remplie en partie par l'ophite et a mis en présence des terrains différents.

Pour rendre plus saisissable la structure relativement complexe de cette vallée, j'ai figuré, à titre de complément, un certain nombre de sections coupant la vallée à différents niveaux, et j'ai, en outre, indiqué, par des lignes pointillées, le raccordement hypothétique des assises. Comme je l'ai déjà fait pour les coupes parallèles de la vallée de Bethmale, avec lesquelles il sera intéressant de les comparer, ces sections, au nombre de cinq, ont été disposées en perspective, les unes au-dessus des autres, de manière à mettre en regard les diverses zones qui se correspondent; chaque zone d'ailleurs a reçu une notation spéciale, comme l'indique la légende ci-dessous :

S³. — *Silurien supérieur*. — Schistes argileux, parfois carburés, à graptolites.

S^{3m}. — *Silurien supérieur métamorphique*. — Schistes argileux compac-

tes, parfois noueux (Knotenschifer) avec schistes siliceux et cornéennes.

S². — *Silurien moyen*. — Dalles argilo-calcaires à encrines et schistes ardoisiers.

S²m. — *Silurien moyen métamorphique*. — Calcaires cristallins, calcaires siliceux, dolomies, barégiennes.

S¹. — *Silurien inférieur*. — Schistes carburés inférieurs, avec grauwackes et schistes siliceux.

S¹m. — *Silurien inférieur métamorphique*. — Schistes noirs à veines pétrosiliceuses.

Quant aux coupes figurées, ce sont les suivantes, en allant du haut vers le bas de la vallée ou, ce qui revient au même, en se dirigeant de l'est vers l'ouest :

A — Du lac de Bethmale au Vallier.

B — De Louda au mont Garié.

C — De la Serre à la base orientale du Pic del Miey.

D — De Rious à la base occidentale du Pic del Miey.

E — De la Ruère vers Sarrat de Riberot.

La description de ces coupes se dégage de la légende ci-dessus indiquée ; d'ailleurs il suffit de se reporter à ce qui a été dit précédemment.

Il ressort de leur examen comparatif que : 1^o tout le long de la lisière méridionale du granite de la Ruère se trouve une zone anticlinale ayant pour clef de voûte le silurien inférieur et pour flancs les calcaires du silurien moyen et les schistes du silurien supérieur ; elle passe par Erpe, le pignon de Lasbasques ; plus bas, prenant en écharpe la rive gauche de la vallée, elle descend jusque sur les bords du torrent, correspondant dans ce trajet tantôt à des reliefs, tantôt à des dépressions ;

2^o Au sud de cette zone anticlinale, sorte de ridement dirigé S. E.-N. O., en existe une autre moins apparente passant par le mont Garié, le Pic del Miey, le Sarrat du Riberot ; elle a pour clef de voûte soit les schistes carburés qui recouvrent le cambrien, soit le cambrien lui-même, et supporte du côté du nord les calcaires du silurien moyen et les schistes à graptolites du silurien supérieur ;

3^o Entre ces deux zones se trouve une ligne de fracture, jalonnée par des pointements ophitiques mettant en contact des terrains différents ;

4^o D'autre part, du côté de la Ruère, le contact des terrains sédimentaires avec le granite a lieu par une nouvelle faille le long de laquelle les assises du silurien supérieur ont été fortement modifiées et ont pris l'aspect de couches plus anciennes.

Un autre fait intéressant se dégage de l'étude de cette vallée, surtout si on la compare à la vallée voisine, celle du Riberot : c'est l'importance des phénomènes métamorphiques qui ont modifié ces roches

paléozoïques ; la zone avoisinant le granite (*zone métamorphique*) a des caractères lithologiques tout autres que la zone distante du granite que nous appellerons par opposition *zone normale*.

Entre Auseps et Sarrat du Riberot la série paléozoïque est à peu près exempte de modifications, il en est tout autrement au voisinage du granite de la Ruère et de celui du Vallier.

Le silurien inférieur, habituellement formé de schistes carburés argileux peu cohérents, mêlés à quelques grauwackes et à des schistes siliceux, change de caractères : les dalles prédominent, souvent onduées de veines pétrosiliceuses qui leur donnent un peu le faciès des roches archéennes ; les schistes noueux (*Knotenschiefer*), sont aussi très répandus dans la zone modifiée ; au contact du granite, ils se chargent de mica, deviennent plus durs et passent aux cornéennes.

Le silurien moyen est constitué à l'état normal par des alternances très nombreuses de calschistes et de schistes argileux plus ou moins ardoisiers ; le tout formant des masses sombres, à texture peu cristalline. Dans la zone métamorphique, les schistes argileux passent à l'état de dalles résistantes, les calschistes prennent des teintes claires et donnent des calcaires cristallins ; quand le schiste et le calcaire forment des alternances très minces et que, d'ailleurs, les roches sont bizarrement contournées, on a les roches rubanées, dites Barégiennes, si communes dans la région du pic du Midi et aux environs de Barèges ; la dolomie devient aussi assez fréquente. Les calcaires s'imprègnent de quartz cristallisé et parfois aussi de grenats et d'idocrase, comme au pic d'Arbizon.

Tous ces effets métamorphiques sont dûs à l'action directe ou indirecte du granite, mais l'ophite a eu aussi son influence : les calcaires prennent des teintes vertes et passent aux ophicalces ; parfois ils sont parcourus par des veinules de même couleur ; la serpentine qu'on trouve en remontant le chemin forestier de Létruque paraît être dûe aussi à une injection de l'ophite.

Quant au silurien supérieur, il présente au voisinage de la zone métamorphique les mêmes modifications que les schistes du silurien inférieur ; les schistes argileux deviennent plus durs, en se chargeant de silice, de matière feldspathique et de mica ; dans leur masse se développent de petites nodosités qui les transforment en *Knotenschiefer* ; vers Erpe et au pont de Camaroch, au contact immédiat du granite, ils passent à des roches sans délit, très tenaces, ayant les caractères de la cornéenne.

VALLÉE DU RIBEROT.

La vallée du Riberot prend naissance dans les contreforts occidentaux du mont Vallier. Ses rapides, ses nombreuses cascades, ses lacs, ses gorges sauvages, le cirque imposant qui la termine, la cime hardie qui semble veiller sur elle lui méritent une place parmi les vallées les plus curieuses des Pyrénées.

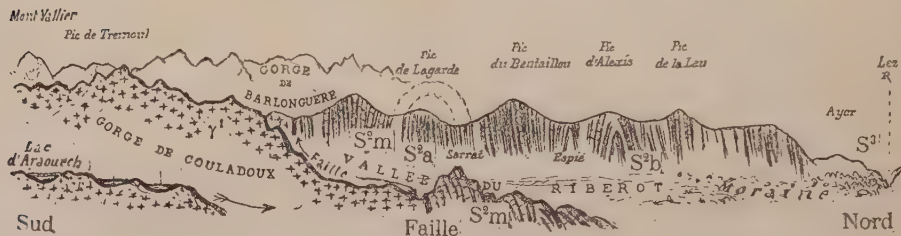


Fig. 61. — COUPE DE LA VALLÉE DU RIBEROT (au $\frac{1}{80000}$ environ).

Pendant longtemps elle serpente entre deux chaînons élevés qui accompagnent de près le torrent depuis son confluent avec le Lez. Aux deux tiers de sa longueur, elle se ramifie nettement en trois branches : l'une, continuant l'axe de la vallée, gravit une série de ressauts pour aboutir finalement à l'étang Rond et l'étang Long qui reçoivent les eaux du Vallier et du pic de Sernaille ; une autre monte par un chemin rapide à la montagne de Barlonguère ; une troisième enfin s'élève graduellement jusqu'aux laquets de Milouga, d'Araouech et de Cruzous : c'est la gorge de Couladoure aussi accidentée que les précédentes.

L'entrée du Riberot est flanquée de deux amas énormes formés de blocs de granite entassés pêle-mêle. Quelques géologues ont voulu y voir du granite décomposé sur place comme cela a lieu en divers points de la France, et notamment dans la région du Sidobre, aux environs de Castres. C'était aussi mon avis au début, d'autant plus que la carte de M. Mussy ne signalait aucun pointement granitique dans la vallée. Mais la présence de blocs granitiques sur des schistes siluriens à l'ouest d'Auseps et jusques sur la montagne d'Uchentein, attestait leur origine erratique. D'autre part, des blocs nombreux sont échelonnés tout le long du Riberot. En suivant de proche en proche cette traînée, il est facile de constater que toutes ces roches proviennent d'un puissant amas granitique qui s'élève à l'endroit où la vallée se ramifie. Les amoncellements du bas de la vallée ne sont donc autre chose que des apports glaciaires constituant une moraine terminale qui a été séparée en plusieurs parties par les érosions du Lez et du Riberot.

Remontons la vallée jusqu'à son origine. A l'entrée se trouvent, supportant des blocs morainiques, deux mamelons schisteux qui s'avancent en promontoire de part et d'autre du Riberot et viennent baigner leur pied dans les eaux du Lez. Ils sont formés de grauweekes, de schistes argileux plus ou moins carburés renfermant quelques niveaux de graptolites, notamment aux environs d'Auseps; on y verra sans peine l'horizon des schistes de Sentein. Quelques kilomètres après Ayer, la vallée se rétrécit en entonnoir; on entre alors dans un défilé étroit qu'enserrent des dalles de calcaire entrecoupées de schistes ardoisiers presque verticaux et à stratification parfaitement accusée: c'est la continuation du système de l'Izar. Vers le hameau du Sarrat se montre la zone des schistes carburés inférieurs. Un peu plus haut surgissent des crêtes déchiquetées d'aspect fantastique, ruiniforme: ce sont des dolomies rappelant celles du Bentaillou et des calcaires rubanés d'une puissance considérable formant les divers sommets échelonnés entre le pic del Micy et le mont Garié.

Mais bientôt une dépression étroite s'ouvre vers la gauche laissant entrevoir les pics qui sont projetés au nord du mont Vallier. Un élément nouveau s'introduit alors dans la série: le calcaire cristallin, vient buter contre un escarpement considérable de granite massif, se débitant en blocs polyédriques; il forme une crête allongée



Fig. 61 bis. — GRANITE DU RIBEROT

abrupte, séparant la gorge du Cruzous de celle de l'étang Rond, et envoie en outre des apophyses vers Barlonguères et jusques dans les flancs du mont Vallier, composé presque entièrement de schistes et de calcaires.

Aux abords du granite, les calcaires éprouvent des modifications

notables : ils s'imprègnent de grenat et d'idocrase comme au pic d'Arbizon et dans le pays de Barèges ; comme là aussi, ils se chargent de veines plus dures, de nature euritique ou siliceuse qui les transforment en barégiennes. Ce métamorphisme est évidemment lié à la présence du granite, car il cesse de se manifester à une certaine distance et il fait absolument défaut dans le calcaire métallifère du Bentaillou où le granite ne se montre pas.

Au-delà de cette intrusion de granite, les schistes et calschistes du fond du Riberot se retrouvent dans le mont Vallier et dans son avant-garde le mont Vaillerat, y formant un pli synclinal très marqué sur lequel nous reviendrons plus tard. Disons seulement que la longue crête qui se dirige vers le col de la Quore a une constitution analogue.

Coupe du massif du mont Vallier (fig. 62).

L'ascension du Vallier se fait habituellement par Seix et les cabanes d'Aula, le long de la vallée d'Estours ; de ce côté, elle ne présente pas de difficulté. Plus rarement on l'aborde par le Riberot. En août 1885, j'ai préféré prendre un troisième chemin qui me paraissait plus instructif pour le géologue : je suis parti de la vallée de Bethmale, et gravissant les rochers qui dominent le lac, j'ai longé du nord au sud la longue crête dentelée qui s'étend du col de la Quore au mont Vallier ; trajet assurément beaucoup plus long et beaucoup plus pénible, car avant d'aborder le piton terminal dont l'altitude (2839^m) est à peu près égale à celle du pic du Midi de Bigorre, il faut franchir deux ou trois lignes de hauteurs ; mais comme on recoupe les assises dans un sens perpendiculaire à leur direction, il est plus avantageux pour étudier la structure de ce grand massif.

J'ai indiqué ci dessous la succession que l'on rencontre dans ce parcours (voir p. 278) :

- a. — *Granite du lac de Bethmale.* — Si on quitte le sentier menant au col de la Quore pour prendre le chemin du lac de Bethmale, on abandonne les roches granitoïdes qui forment presque entièrement le sol de la vallée, et, après avoir franchi une série de ressauts déterminés par des amas d'éboulis et de blocs morainiques, on trouve, avant de pénétrer dans le petit cirque qui environne le lac, un beau granite vert, riche en chlorite et en épidote, semblable à la protogine ; c'est la continuation du granite de Bordes.
- b. — *Barégiennes et calcaires.* — Les pentes bordant le lac du côté sud sont formées de barégiennes, de dolomies et aussi de calcaires cristallins fréquemment siliceux contenant par places du grenat et de

l'idocrase; toutes roches habituellement rubanées, se dressant en escarpements abrupts, grisâtres, couronnés de hêtres et de sapins.

- c. — *Schistes pétrosiliceux*. — L'élément pétrosiliceux qui s'était déjà annoncé dans les assises précédentes, où il formait des rubans dans les barégiennes, devient ensuite dominant et on ne rencontre plus que des dalles euritiques dont le rubané, nettement tranché, affecte les dispositions les plus variées. Depuis le lac, la direction générale des assises s'était maintenue sensiblement est-ouest; malgré les ondulations fréquentes qui les accidentent, on peut voir qu'elles plongent généralement vers le sud sous des incidences variables, l'angle étant très souvent voisin de 90°; ces variations d'inclinaison, qui se répètent à plusieurs reprises, montrent que ces masses minérales présentent en grand les plissements et les ondulations qu'on aperçoit fréquemment dans le détail lorsqu'on examine les blocs isolés.
- d'. — *Dolomies et calcaires siliceux*. — En s'élevant encore, on trouve des alternances de calcaires et de dolomies grenues, à bavures roussâtres, traversées par de gros filons de quartz; nous avons vu des roches similaires dans la vallée d'Ustou et en amont de Salau; les calcaires y sont aussi fréquemment imprégnés de petits cristaux de silice.
- e. — *Calschistes satinés*. — Quand on arrive aux pentes relativement moins raides qui avoisinent le lac d'Eychelle, le calcaire se montre en petites plaquettes blanches, nacrées à la surface; il passe, plus haut, à des calcaires et à des calschistes vert clair ou vert sombre.
- f. — *Alternances de calschistes et de chloroschistes*. — Aux cabanes d'Eychelle, qui sont un peu au-dessus du lac, le calcaire en plaquettes et le schiste vert que j'appellerai chloroschiste forment de nombreuses alternances. Des roches analogues se montrent à Barèges.
- g. — *Schistes noirs siliceux*. — Au-dessus du lac d'Eychelle, les roches prennent une teinte noirâtre, charbonneuse: ce sont des schistes rubanés, durcis par la silice, variation latérale des schistes à graptolites des environs d'Auseps; ils représentent le silurien supérieur.
- h. — *Calcaires rubanés et dolomies*. — Si on gravit le col placé entre le vallon d'Eychelle et le Riberot, on trouve au sommet un calcaire rubané gris-cendré et avec lui des dolomies friables rappelant celles du Bentaillou.
- i. — *Barégiennes*. — La descente sur le Riberot se fait sur un calcaire blanc à bavures pétrosiliceuses vertes ou brunes, ondulées, semblant contourner des noyaux de calcaire; c'est probablement cette texture vaguement entrelacée qui, se joignant à la coloration de ces roches, a déterminé M. Mussy à considérer cette formation comme dévonienne. Leur infériorité par rapport aux schistes carburés m'empêche d'accepter cette détermination.
- j. — *Barégiennes et calcaires verts*. — Plus bas, la barégienne prend des tons plus sombres et alterne fréquemment avec le calcaire; celui-ci, à son tour, alterne plus loin avec des roches vertes.
- k. — *Granite de Cruzous*. — Le même système se poursuit jusqu'aux cabanes de Lespugne, placées en vue du col de Cruzous. De ce point,

le mont Vallier se découvre dans toute sa majesté ; placé à l'intersection de deux crêtes, l'une N.-S., continuation des rochers de Balam, l'autre N. O.-S. E. passant par le pic de Trémoul et le cap de Pouech, il se profile hardiment dans le ciel sous la forme d'une vaste pyramide, pyramide irrégulière, à surface légèrement bombée du côté de l'Espagne, à parois presque verticales sur le versant qui regarde la France.

Le Vallier présente une particularité stratigraphique intéressante qui, du point où nous sommes, se manifeste avec la plus grande netteté. Les couches qui le constituent, au lieu de se relever en voûte comme le voudraient les théories autrefois admises sur la formation des montagnes, sont disposées, au contraire, en un large pli synclinal, ondulé légèrement, sorte de fond de bateau dans lequel le sommet du pic semble encastré. Le mont Vaillerat, placé en vedette au-devant du Vallier, présente la même forme, la même structure. Cette disposition synclinale se retrouve d'ailleurs sur d'autres sommets : elle se montre, mais sur une échelle plus réduite, au pic du Midi de Bigorre (versant de Bagnères), dans le pic de Malibierne et dans quelques autres cimes des Pyrénées espagnoles.

Le mont Vallier et le Vaillerat ont donc éprouvé une sorte de refoulement latéral à la suite duquel les assises ont été fortement plissées en forme de V ou plutôt de U ; sous l'influence de ces pressions, les roches sont devenues plus dures et par suite plus aptes à résister à la dénudation qui tend constamment à diminuer les reliefs de la chaîne.

Quelle est la cause qui a pu produire de tels effets dynamiques et ployer des masses aussi imposantes ? Selon toute apparence, ces perturbations se lient à l'existence d'une crête granitique qui suit le pic de Trémoul et le cap de Pouech, crête taillée en biseau qui envoie des apophyses jusques dans le sein du mont Vallier. Bientôt, en effet, en descendant des cabanes de Lespugne vers le ravin qui provient du col de Cruzous, on se trouve en présence du granite. En aval du lac d'Araouech se voit le contact de cette roche éruptive avec les roches sédimentaires ; en ce point les bancs calcaires plongent vers le Vallier, et la masse granitique sur laquelle ils reposent, figurant en quelque sorte un coin gigantesque, semble encore faire effort pour les soulever.

Le granite occupe tout le fond de la gorge de Couladoure, servant de sous-sol à plusieurs petits lacs, étagés les uns sur les autres. Il est divisé par un réseau de cassures en gros blocs polyédriques qui atteignent d'énormes dimensions.

A la surface du granite courent, affectant parfois un parallélisme remarquable, mais le plus souvent s'entrecroisant dans tous les sens, des veinules presque innombrables de quartz ou d'un granite peu différent qui ne sont probablement autre chose que des veinules de sécrétion analogues, comme origine, à celles que forme la chaux carbonatée spathique dans les grandes masses calcaires.

Depuis longtemps Ramond avait signalé des accidents de ce genre dans le massif du mont Perdu ; Charpentier, de son côté, indique le même fait sur un grand nombre de points de la chaîne et il ajoute que cette particularité se trouve surtout dans le granite bien homogène. Ces veinules, résistant mieux que la masse aux actions destructives, restent en relief et dessinent à la surface de la roche un lacs très complexe, affectant parfois les figurations les plus bizarres.

Ce granite, d'une homogénéité remarquable, présente seulement çà et là quelques taches noirâtres attribuables soit à une concentration de mica noir, soit à un englobement de fragments arrachés à des roches plus anciennes. Je n'insisterai pas davantage sur cette formation que nous avons, d'ailleurs, déjà rencontrée à Bassiès, dans les hauts vallons d'Aulus et d'Ustou, et aussi au-dessus de Salau ; nous la retrouverons avec les mêmes caractères et les mêmes accidents dans le chaînon du Montarto et le massif des monts Maudits ; elle prend aussi un grand développement dans les montagnes de Néouvielle et de Cauterets.

1. — *Calschistes du mont Vallier*. — Le granite dont il vient d'être question pénètre en outre dans les flancs du mont Vallier ; il lui sert probablement de soubassement ; mais la masse du pic est constituée presque exclusivement par les roches que nous avons trouvées depuis le lac de Bethmale : ce sont des dalles siliceuses plus ou moins rubanées, des calschistes, des dolomies gris-cendré, des calcaires blancs ou grisâtres dont la matière semble parfois avoir éprouvé une sorte d'étiement ; ceux-ci en particulier forment le sommet du pic et s'y dressent en bancs presque verticaux.

A quel niveau appartiennent les assises du mont Vallier et celles qui s'étalent devant lui dans la direction du nord ? Cette détermination présente des difficultés sérieuses, vu qu'on n'a jamais recueilli dans cette région le moindre fossile caractéristique. Je crois, en effet, que c'est simplement à la suite d'une erreur typographique, répétée sans contrôle par plusieurs auteurs, que M. Mussy, dans son *Texte explicatif* de la carte de l'Ariège, mentionne (à la page 59) un trilobite venant du mont Vallier. « Il a eu, dit-il, l'occasion de voir un trilobite provenant des hauteurs du mont *Vaillier*, sur le versant nord de Saint-Barthélemy. » C'est probablement la localité de Montferrier, placée au nord du pic Saint-Barthélemy, qu'il a voulu désigner, et non le mont Vallier qui en est à une énorme distance (plus de 50 kilomètres vers l'ouest).

La plupart des géologues se sont contentés d'attribuer ces masses au terrain de transition ; M. Mussy les classe dans le silurien supérieur ; M. Jacquot les attribue, aussi bien que les calcaires du Bentaillou et du port de Salau, au terrain cambrien ; au début de mes recherches, trompé par la cristallinité de ces assises et la proximité du

granite, je les avais rapportées aussi à des formations très anciennes ; mais ayant suivi, depuis, la continuité de ces calcaires vers l'est dans le pays de Couflens, vers l'ouest dans la vallée du Riberot, j'ai pu voir qu'ils se rattachaient d'une part au puissant système calcaro-schisteux situé en amont de Couflens, de l'autre à un système analogue qui se poursuit à travers les vallées de Riberot et d'Orle jusque dans la gorge de l'Izar (fig. 48), où on le voit nettement passer sous les schistes à graptolites du silurien supérieur et du silurien moyen le plus élevé. Toutefois, les roches du massif du Vallier ont une cristallinité beaucoup plus accusée ; mais il ne faut voir là probablement qu'un simple effet des actions métamorphiques liées à la présence du granite qui forme le soubassement de cette montagne. Nous avons déjà indiqué des modifications analogues dans les calcaires du lac de Naguille et ceux de Mérens qui sont, eux aussi, voisins du granite et offrent avec ceux du massif du Vallier la similitude la plus frappante. *Il résulte donc de cet exposé que le système calcaro-schisteux du Vallier représenterait le faciès métamorphique du silurien moyen.*

Avant de quitter ce sujet, je ne puis m'empêcher de transcrire ici une observation que m'a suggéré une ascension devenue aujourd'hui classique, celle du pic du Midi de Bigorre. Ayant gravi cette montagne quelques jours après être descendu du Vallier, j'ai été frappé de l'analogie qui existe entre ces deux cimes et surtout les deux massifs qu'elles commandent : leur altitude est à près égale ; toutes les deux présentent à leur sommet un pli synclinal, assez localisé dans le pic du Midi, plus grandiose dans le Vallier. D'un autre côté, la composition pétrographique présente les plus grands rapports : le calcaire entre aussi pour une large part dans la constitution du pic du Midi ; des filons de granite courent aussi dans sa masse. Dans les deux massifs, les calcaires siliceux et les barégiennes se montrent à chaque pas ; les roches à grenat et à idocrase du lac de Bethmale se retrouvent sur le chemin du Tourmalet ; les calschistes verdâtres et onctueux du lac d'Eychelle ont une similitude marquée avec ceux de Barèges. D'autre part, dans les Pyrénées du Haut-Salat le mont Vallier joue, comme le pic du Midi dans le Bigorre, un rôle orographique des plus importants. Aussi pourrait-on considérer à juste titre cette cime ariégeoise, qui se dessine d'une façon si pittoresque à l'horizon de Toulouse, comme le « pic du Midi du Couserans. »

VALLÉE D'ORLE

La vallée d'Orle, longue vallée de fracture transversale par rapport à la chaîne, court directement sur l'Espagne, avec laquelle elle communique par le port d'Orle, un des plus fréquentés des Pyrénées centrales, et le passage difficile du Trou-de-Lesque, qui aboutit au village de Montgarri, bâti sur les bords de la Noguera Pallaresa.

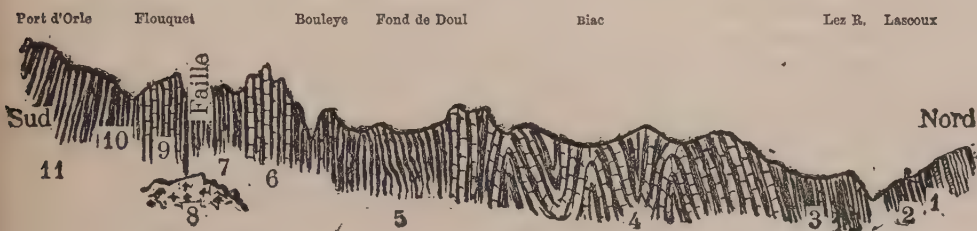


Fig. 63. — COUPE DE LA VALLÉE D'ORLE (au $\frac{1}{80000}$ env.)

Elle a sensiblement la même composition que la vallée du Riberot. Voici les diverses assises que l'on rencontre en remontant le cours d'eau à partir de Lascoux, hameau placé au confluent du Lez et de la rivière d'Orle :

1. — Avant de nous engager dans la vallée, citons pour mémoire, sauf à y revenir plus tard, les *eurilites* de Lascoux, roches singulières, quartzofeldspathiques, qui se montrent alternant avec des schistes fossilifères, sur les bords mêmes de la route de Sentein.

2. — Le hameau de Lascoux est bâti sur des *schistes à graptolites*, tantôt blancs, tantôt noirs, renfermant notamment le *Monograptus colonus*; ils appartiennent à l'horizon des schistes inférieurs de Sentein.

3. — Franchissons le Lez et remontons la vallée. Après un dépôt de comblement alluvial, se montrent de nombreuses *alternances de schistes argileux et de schistes ardoisiers* exploités en quelques points; les ardoises sont noires, les schistes argileux ont une livrée jaunâtre ou roussâtre qui, dès ce moment, va devenir habituelle; dans ce système, je n'ai rencontré que des *encrines*, des *fucoides* et des traces vagues de *brachiopodes*, appartenant surtout au genre *Orthis*.

4. — Aux environs de Biac se développent des *alternances multipliées de calcschistes en dalles et de schistes ardoisiers* mêlés à quelques *schistes argileux* et à des bancs de *calcaire*. Quand le calcaire est argileux, ce qui est fréquent, les agents atmosphériques, dissolvant à la longue le carbonate de chaux, il ne reste plus qu'une sorte de squelette argileux ou argilo-sili-

ceux ressemblant à une grauwacke grossière; c'est à ce processus d'altération qu'il faut attribuer l'aspect carié, rongé, que présente souvent la surface du calcaire et la prédominance de l'élément argileux en divers points: Ce système calcaro-schisteux, qui ne renferme que des encrines et des fucoides, est étroitement lié au précédent; il n'en diffère guère que par le développement du calcaire.

Plus amont, le calcaire prend plus d'importance et forme des bancs assez épais mêlés à des schistes argileux.

Tout ce système d'alternances correspond à ce que nous avons appelé la « zone des dalles de l'Izar »; nous l'avons déjà vu dans le Riberot, nous le retrouverons dans la vallée du Lez, en amont de Sentein; il se développe sur une longueur de deux kilomètres environ, mais sa puissance, d'ailleurs considérable, est exagérée par plusieurs plissements.

Remarquons que, depuis Lascoux, nous avons assisté à une sorte d'évolution pétrographique, car nous avons successivement trouvé sur notre route des alternances argilo-schisteuses, des alternances schisto-calcaires, des alternances calcaro-schisteuses qui par la diminution progressive de l'élément argileux et l'augmentation du calcaire, nous ont conduit à un système presque entièrement calcaire.

5. — Vers le Fond de Doule et Luentein, grand changement lithologique: le calcaire disparaît pour céder la place à un puissant système de *schistes carburés et grauwackes schisteuses* correspondant à une dépression longitudinale; cette zone, d'une couleur noire très accusée, est caractérisée par l'abondance des pyrites et leur cortège habituel d'efflorescences salines, de sources ferrugineuses et de dépôts de fer ocracé. Le quartz, jusque-là accidentel, devient très commun et pénètre la masse des schistes d'une multitude de filonnets et de veinules qui, tout en apportant des principes métalliques, entrent pour une large part dans les perturbations qui affectent cette bande argileuse.

Dans une grauwacke noire subordonnée à cette formation, et aussi dans les schistes carburés qui en constituent le principal élément, j'ai découvert, au quartier des Escales, de nombreuses traces de *graptolites* différents par leur forme de ceux que nous avons déjà vus dans l'horizon des schistes de Sentein, mais presque toujours vagues et difficilement déterminables; tantôt les fossiles sont seulement indiqués par des lignes creuses plus ou moins dentelées; tantôt les empreintes sont en relief, et alors elles sont légèrement teintées en jaune par des infiltrations ferrugineuses; les froissements nombreux qu'ont éprouvés les schistes ont été peu favorables à la conservation des fossiles; les parties délicates, telles que les denticulations, ont été presque toujours effacées ou du moins oblitérées profondément, de sorte qu'on ne rencontre guère que la partie axiale des graptolites. J'ai trouvé dans certains échantillons des traces de ramifications, parfois même de dichotomie. L'existence de ces formes dendroïdes, à plus de 4,000 mètres au-dessous de l'horizon à graptolites de Sentein dont les plus bas niveaux appartiennent à la faune seconde; leur situation au-dessous d'un puissant système ardoisier qui présente les plus grands rapports avec celui d'Angers et de Landeilo, me porte à

mettre cet horizon inférieur de schistes carburés sur le parallèle des schistes d'Arenig et de Skiddaw, et, par suite, de la base du Trémadoc.

Les schistes carburés s'étendent très loin, vers le sud, au-dessous du point où ils renferment des graptolites; ils passent, vers Bouleye, à des graphischistes renfermant quelques accidents calcaires.

6. — A cette puissante zone carburée succèdent, au-delà de Bouleye, des masses considérables de *calcaire cristallin* gris cendré, partiellement dolomitique, et de *calschistes* gris-bleuâtres, formant une ligne d'escarpements abrupts, qui viennent du Riberot et passent dans la vallée du Lez, où ils constituent les crêtes des Ourdouas.

7. — Au-delà, *schistes noirs graphiteux*, très froissés, que nous retrouvons dans la vallée du Lez, à Eylie.

8. — Des blocs de granite se rencontrent çà et là dans les cônes de déjection; néanmoins, la roche ne se montre nulle part en place dans le thalweg de la vallée; au bas du port de Cornave, se trouve un *éboulis granitique* assez considérable; c'est dans cette contrée sauvage que viendrait se terminer en pointe le puissant amas granitique que nous avons trouvé au fond de la vallée du Riberot et jusqu'à la base du Vallier. Vers l'ouest il cesse d'apparaître, mais une faille se montre sur son prolongement.

9. — A Flouquet-d'Orle, *calcaire cristallin siliceux*, renfermant des gîtes de blende et de galène; c'est l'horizon du calcaire de Bentaillou.

10. — Au-delà viennent les *schistes noirs siliceux* et les *schistes argileux lustrés* de la montée du port d'Orle. La pyrite martiale et la pyrite magnétique ne sont pas rares dans cette zone.

11. — Le sommet du port d'Orle est formé de *schistes siliceux* noirâtres, veinulés par du quartz et de la calcite de sécrétion; on y trouve de la trémolite, de l'asbeste, des pyrites et quelques autres minéraux. Des quartzites existent sur le revers méridional.

Par delà le port d'Orle, se montrent des schistes et des calcaires dont nous verrons la disposition dans une coupe relative au versant espagnol.

Quel est l'âge des couches situées au-delà des schistes à graptolites dendroïdes? On serait porté à les attribuer toutes au cambrien; mais des considérations que j'invoquerai à propos de la vallée du Bocard, dont la structure est analogue, m'ont amené à y voir des réapparitions, par plissements et par failles, de couches déjà vues dans le bas de la vallée.

Je me bornerai ici à dire que les assises 1, 2, 3 représentent la partie supérieure du silurien moyen (S²c), l'assise 4 la partie moyenne de cet étage (S²b), l'assise 5 la partie inférieure (S²a). Quant à 6 et 9, ce sont des réapparitions de S²b, 7 et 10 des retours de S²a; l'assise 11, enfin, représente le cambrien (S¹).

VALLÉE DU LEZ AU SUD DE SENTEIN

Le bassin supérieur du Lez, c'est-à-dire la région comprise entre Sentein et la frontière, présente une structure analogue à celle de la vallée d'Orle; elle nous fournira néanmoins sur les formations anciennes du Haut-Salat quelques données complémentaires d'un grand intérêt. Dans un diagramme décrit antérieurement, nous avons esquissé à grands traits sa constitution géologique; c'est l'examen

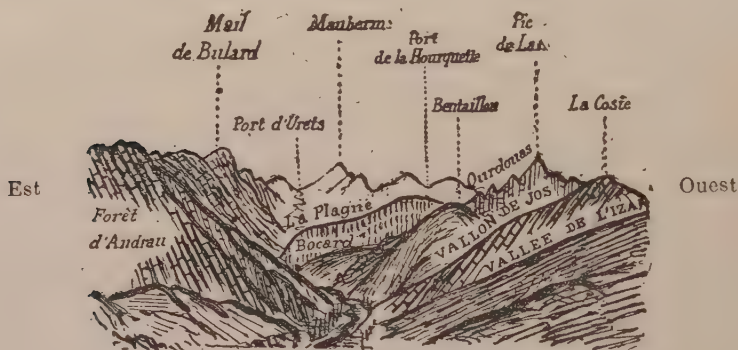


Fig. 64. — VALLÉE DU LEZ EN AMONT DE SENTEIN
(Vue prise de Sentein)

détaillé de cette région montagneuse que nous allons, dès ce moment, entreprendre, et cela à l'aide d'un certain nombre de coupes et de panoramas géologiques :

Une coupe générale entre Sentein et la Plagne (fig. 65), avec projection sur la région minière de Chichoix, est destinée à montrer la série des assises qui se développent entre cette station balnéaire et la frontière.

Deux autres sont affectées, d'une manière plus spéciale, aux environs du Bentaillon et du port de la Hourquette (fig. 69), et au cirque de la Plagne (fig. 67).

Un panorama géologique, levé à Estoueou, permet d'embrasser toute la région comprise entre Sentein et la Plagne (fig. 66); deux autres (fig. 68 et 70), sont relatifs à la haute vallée.

D'autre part, en se reportant à un panorama d'ensemble déjà figuré (page 273), on pourra suivre la continuité des horizons, depuis la vallée du Lez jusqu'à celle de Létrouque à travers les vallées d'Orle et du Riberot.

Coupe entre Sentein et la Plagne

(Avec projection sur la région minière de Chichoux)

Cette coupe a été prise sur le versant occidental de la vallée, le long de la route minière tracée entre Sentein et les grandes mines de Chichoux ; mais au Bocard elle est reportée plus à l'ouest, sur le méridien du pic de l'Ar ; toutefois, j'ai figuré dans mon dessin la continuation de la coupe entre le Bocard et la Plagne.

1. — Schistes supérieurs de Sentein surtout ampéliteux, à *Diplograptus palmeus* et *Monograptus priodon* ;

2. — Schistes inférieurs de Sentein, à *Scyphocrinites elegans* et à *Monograptus colonus* ; c'est l'horizon des Orthis et des Trinucleus ; il est représenté par des schistes argileux de couleur claire.

3. — Alternances de calschistes et de schistes argileux avec schistes ardoisiers exploités en aval du pont de l'Isar ;

4. — Calschistes en dalles et schistes argileux de Laparade, formant entièrement la montagne de La Coste et le Tuc de la Quore de Liat ; ce puissant système, qui présente les mêmes caractères que celui de Biac, dans la vallée d'Orle, constitue une série d'alternances affectant les contournements les plus variés ; ici aussi la faune est très pauvre et se réduit à des encrines, des fucoïdes et des brachiopodes indéterminables ;

5. — En amont de Laparade, la base de cette formation renferme des calcaires cristallins grenus, habituellement gris cendré ou gris bleuâtre, mêlés à des calschistes et à quelques schistes argileux ;

6. — Ils reposent sur une puissante masse de schistes noirs graphiteux, en tout point comparables à ceux des Escales dans la vallée d'Orle ; même cortège de sources ferrugineuses et d'efflorescences salines dues à la décomposition des pyrites ; toutefois je n'y ai pas trouvé les graptolites dendroïdes caractéristiques de cet horizon. C'est une zone schisteuse relativement déprimée, sur laquelle s'élèvent les hameaux de Jos et de Colderoux ;

7. — Vers le moulin d'Estoueuou, changement de système : les terres perdent leur teinte noire et prennent une livrée jaunâtre ; dès ce moment, dans les écorchures du sous-sol, on ne trouve guère plus que des schistes argilo-siliceux de couleur claire, souvent satinés, et çà et là des grès quartzo-feldspathiques ;

9. — Avant d'arriver à Eylié, escarpements calcaires qui descendent de la montagne des Ourdouas et du pic de l'Ar ; ils franchissent le torrent et s'élèvent sur la rive gauche pour se rattacher aux crêtes déjà indiquées dans la vallée d'Orle en amont de Bouleye. Le calcaire est en bancs très relevés ; toutefois ce n'est pas le seul élément : il est accompagné, comme en aval, de calschistes en dalles et de bancs schisteux ;

10. — A Eylié, se montrent sous les calcaires des schistes noirs identiques à ceux de Colderoux ; ils se développent vers l'ouest dans la gorge

du bois de Rouge et la serre d'Araing, où ils renferment une quantité prodigieuse de mâcles blanches cruciformes (chiastolite).

11. — En amont du Bocard reparaissent, mais avec plus de cohérence et sous forme de grandes dalles, les schistes satinés, les schistes siliceux, les grès des environs d'Estoueu, se dressant ici en escarpements abrupts. Même ensemble se retrouve dans la montagne de Rouech et au sud de la serre d'Araing;

12 — A Chichoix, calcaire métallifère renfermant, surtout à son toit,

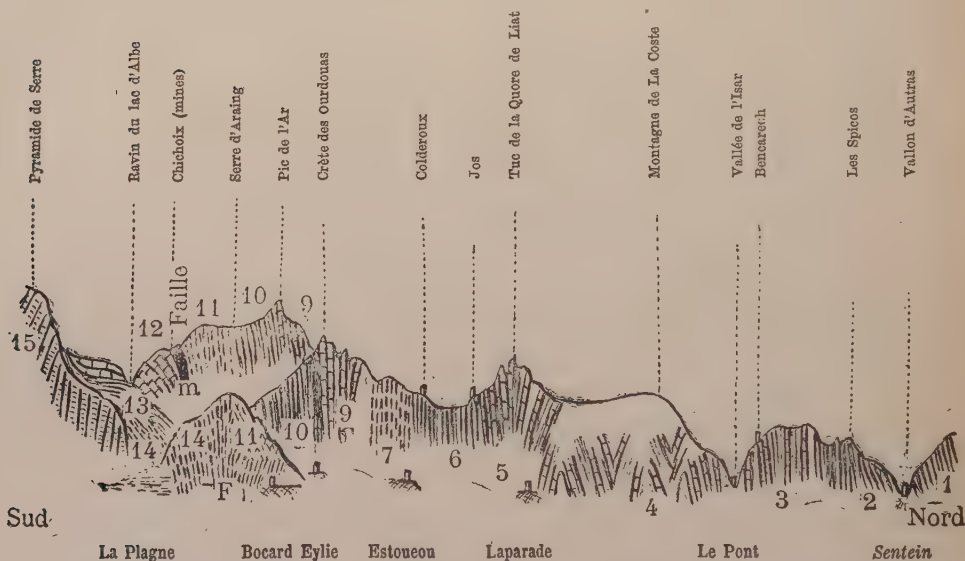


Fig. 65. — COUPE ENTRE SENTEIN ET LA PLAGNE
Avec projection sur la région minière de Chichoix (au $\frac{4}{80000}$)

de puissants amas (m) de galène argentifère et de blende; le calcaire est fréquemment siliceux et dolomitique; il présente presque toujours une disposition zonale des plus accusées.

13. — Dans le ravin du lac d'Albe, on aperçoit les schistes noirs argilo-siliceux qui lui servent de substratum;

14. — Ceux-ci, à leur tour, dans le cirque de la Plagne, reposent sur des phyllades satinés et des grès analogues à ceux déjà trouvés en amont du Bocard.

15. — Cette dernière assise bute en discordance, comme on peut la voir à la Plagne (fig. 68), contre un puissant système de phyllades et de schistes satinés pétrosiliceux se développant le long de la frontière, vers la Pyramide de Serre et le port de la Hourquette.

Conclusions. — Quelle interprétation faut-il donner aux divers éléments de cette coupe ?

Les environs de Sentein nous fourniront la preuve que l'assise 4 appartient au silurien supérieur, et l'assise 2 à la partie supérieure du silurien moyen. D'autre part, l'assise n° 6 représente, avec ses graptolites dendroïdes, l'horizon d'Arenig, base du silurien moyen ; les assises 3, 4, 5, occupant une position intermédiaire, viennent donc chronologiquement se placer entre ces deux limites.

Au premier abord, quand on se trouve en présence des schistes noirs de Colderoux, on est porté à croire que ce sont les schistes carbonés à graptolites des environs de Sentein, reparaissant à la faveur d'une ondulation du sol ; il semble dès lors que le système calcaro-schisteux intermédiaire doive être rattaché au dévonien. Or, dans cette hypothèse, il devrait y avoir, entre les deux bandes de schistes carbu-

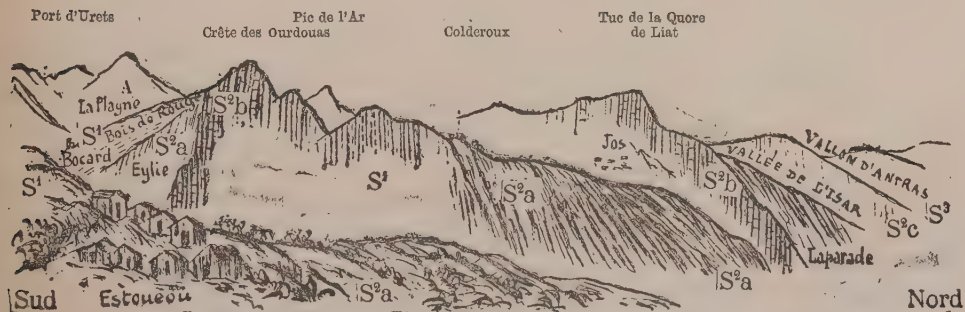


Fig. 66. — VALLÉE DU LEZ ENTRE SENTEIN ET LE BOCARD
(Vue prise aux environs d'Estoueu)

rés identité de composition ; de plus, la zone intermédiaire devrait affecter sur ses deux bords une disposition symétrique ; or, il n'en est rien : dans la bande sud on ne trouve guère que des schistes carbonés, graphiteux et de rares grauwackes de couleur noire, à l'exclusion de tout élément calcaire ; dans la bande nord, au contraire, formée essentiellement de schistes noirs anthraciteux, il y a des bancs calcaires, en outre, des schistes argileux gris ou blancs, des grès grossiers et surtout des eurilites, roches qui ne se montrent jamais dans la bande méridionale. D'autre part, dans la bande calcaro-schisteuse, pas de disposition symétrique : sur le côté sud, en effet, le calcaire domine, sur le côté nord, le schiste argileux et le schiste ardoisier ; d'ailleurs, dans cette dernière direction, le schiste est en contact, non avec le silurien supérieur, comme cela devrait avoir lieu dans cette interprétation, mais avec la partie supérieure du silurien moyen.

Cette hypothèse est donc inacceptable, et il faut nécessairement en venir à l'idée qu'il existe dans le silurien deux zones de schistes carburés, séparées par un horizon calcaro-schisteux. Cette double zone nous l'avons déjà vue, mais sans fossiles, dans la Haute-Ariège; nous la retrouverons dans la Haute-Garonne. C'est un fait sur lequel j'ai appelé déjà l'attention dans un travail antérieur.

A Estoueou, les schistes carburés reposent sur des schistes argilo-siliceux et des grès cambriens.

De Sentein jusqu'au sud d'Estoueou, nous avons donc trouvé, se succédant en série descendante, les zones ci-dessous qu'on peut suivre de l'œil dans notre panorama (fig. 66) :

<i>Schistes supérieurs de Sentein.</i>	S ³
<i>Schistes inférieurs de Sentein.</i>	S ^{2c}
<i>Schistes ardoisiers et système schisto-calcaire de l'Isar.</i>	S ^{2b}
<i>Schistes carburés inférieurs.</i>	S ^{2a}
<i>Schistes et grès siliceux.</i>	S ¹

Les assises situées en amont d'Estoueou sont-elles encore cambriennes; il est très probable qu'il n'en est pas ainsi, car nous retrouvons, à peu de choses près, les mêmes horizons qu'en aval d'Estoueou; nous avons successivement :

Calcaires et schistes de la crête des Ourdouas;

Schistes carburés d'Eylie;

Schistes siliceux du Bocard;

Par delà, et sur le méridien de Chichoix, nous avons vu pareillement :

Calcaire de Chichoix;

Schistes carburés du ravin du lac d'Albe;

Schistes siliceux et quartzites de la Plagne;

La comparaison de ces trois séries (que j'appellerai supérieure, moyenne et inférieure) montre qu'elles se correspondent terme à terme; elles ont des éléments, sinon identiques, du moins analogues, et ces éléments sont disposés dans le même ordre.

Les schistes siliceux du bas de la Plagne équivalent à ceux du Bocard et du sud d'Estoueou.

Les schistes noirs affleurant dans le ravin du lac d'Albe sont dans les mêmes rapports stratigraphiques que ceux d'Eylie et de Colderoux.

D'autre part, les calcaires en dalles du Bentaillou et de Chichoix, ceux de la crête des Ourdouas, les dalles calcaro-schisteuses de Laparade et du Tuc de la Quore de Liat occupent une position identique.

Par suite, à moins d'invoquer des alternances qui ne sont guère soutenables et dont nous n'avons pas d'ailleurs trouvé de traces dans la

Haute-Ariège, il semble légitime d'admettre l'équivalence et le synchronisme de ces diverses assises et d'appliquer aux termes des séries supérieure et moyenne les conclusions auxquelles nous sommes arrivés pour la série inférieure; c'est pour ce motif que nous attribuons au silurien moyen les calcaires des Ourdouas et du Bentaillou; à la base du même étage les schistes carburés d'Eylie et du ravin d'Albe; au cambrien, enfin, les schistes siliceux, phyllades et quartzites de la Plagne et du Bocard.

Il existe, il est vrai, entre les divers termes qui sont sur le même horizon des différences assez marquées, mais elles n'ont qu'une valeur secondaire et peuvent s'expliquer, soit par des variations dans les conditions de dépôt, soit par des actions métamorphiques; d'une manière générale, la cristallinité va en augmentant si on passe de la série inférieure à la série moyenne, et de celle-ci à la partie supérieure; la richesse en silice augmente dans le même sens: ainsi, les schistes argileux d'Estoueuou deviennent, dans les séries plus élevées, des schistes argilo-siliceux et des phyllades; d'autre part, les grès se transforment en quartzites.

Les schistes noirs de la zone de Colderoux conservent leurs faciès dans les zones plus méridionales; seulement, leur dureté et leur compacité vont en augmentant, ce qui est un simple effet de pression et d'imbibitions siliceuses; quant aux macles de chiastolite qui se développent en certains points, elles sont liées à la présence souterraine du granite.

Les calcaires métallifères du Bentaillou et de Chichoix semblent d'abord, par leur cristallinité et leur blancheur, s'écarter des calcaires habituellement plus ternes situés plus aval; mais tous les calcaires de cette haute région ne sont pas saccharoïdes; beaucoup présentent une couleur grise ou même noirâtre; d'autre part, les calcaires blancs, quoique rares dans les zones moyenne et inférieure, n'y font pas absolument défaut. Il n'y aurait donc là qu'une différence du plus au moins qui se traduirait par une augmentation de cristallinité dans les zones les plus rapprochées de la crête. Il est vrai que les intercalations argileuses, si fréquentes dans les zones inférieures, sont très rares dans le haut ou même ne se montrent pas, bien que le calcaire présente presque toujours une disposition zonaire des plus accusées. Cette différence est-elle initiale et tient-elle à ce que ces dépôts, tout en étant synchroniques, ne se sont pas opérés dans les mêmes conditions de profondeur? Ou bien s'est-elle produite ultérieurement par le fait de la disparition de la partie argileuse et son remplacement par des masses calcaires venues de l'intérieur par voie filonienne? Il est difficile de se prononcer sur cette double al-

ternative ; toutefois, je pencherai plutôt vers la dernière hypothèse, en présence du grand nombre de filons qui traversent ces calcaires cristallins.

La région minière est essentiellement tourmentée ; les diverses roches, et plus spécialement les calcaires, ont éprouvé, dans le sens longitudinal comme dans le sens transversal, des plissements et des froissements compliqués qui ont produit les contournements les plus capricieux. Ces perturbations, qu'elles soient liées ou non à la présence du granite dans les profondeurs ou à de puissants refoulements latéraux, ont eu pour effet de déterminer dans cette région un vaste réseau de fractures par où se sont fait jour les apports métallifères et les émanations internes de tout ordre qui ont modifié, dans leur composition et leur texture, ces dépôts paléozoïques ; à cette cause doivent être rapportées les bavures dolomitiques qui traversent le calcaire, la silice cristallisée disséminée dans la masse de ces roches, les puissants amas métalliques de cette région, les filons de quartz et les roches amphiboliques qui accompagnent le minerai.

Il faut donc considérer le calcaire métallifère du Bentaillou et de Chichoix comme l'équivalent métamorphique du calcaire que nous avons trouvé en amont de Laparade, au-dessus des schistes carburés à graptolites dendroïdes ; il représente donc comme lui le silurien moyen. Pour des motifs semblables, les schistes argileux d'Eylie et du ravin d'Albe appartiennent à la base du silurien moyen, et les quartzites au cambrien.

En somme, on a affaire ici, non à des alternances, mais à des récurrences, par suite de plis ou de failles, d'assises déjà rencontrées en aval, entre Estoueuou et Sentein.

Au-dessous des quartzites et des schistes siliceux, se montre, aux environs du port de la Hourquette et au sud de la Plagne, une puissante formation schisteuse, composée surtout de phyllades satinés et de schistes pétrosiliceux.

Que représentent ces assises ? Font-elles partie aussi du terrain cambrien ? Certaines ressemblances pétrographiques sembleraient justifier ce rapprochement. Mais, d'autre part, une particularité stratigraphique que nous allons invoquer les sépare de ce terrain.

En effet, les trois assises que nous venons de voir, d'ailleurs concordantes entre elles, *reposent en discordance, parfois même en stratification transgressive sur les schistes satinés habituellement redressés jusqu'à la verticale.* Cette disposition est des plus manifestes, lorsque placé à l'entrée du vallon de la Plagne, à la base du chemin d'Urets, on examine la constitution géologique de l'amphithéâtre montagneux qui s'étale vers l'ouest ; on peut voir alors qu'à gauche tout

le bas de la montagne est formé de schistes rubanés pétrosiliceux et de phyllades satinés en bancs fortement redressés, tandis que le calcaire se tient au-dessus, sous forme d'une nappe blanche presque ho-

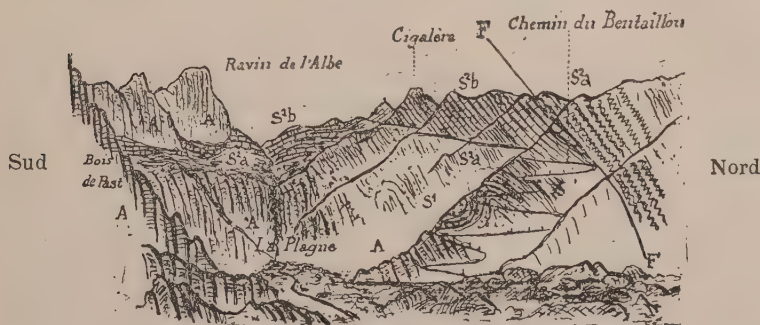


Fig. 67. — CIRQUE DE LA PLAGNE (partie intérieure).

rizontale qui ne descend pas dans la vallée ; vers la gorge d'Urets, le calcaire se présente également en lambeaux discontinus perchés sur les hauteurs, au-dessus des schistes pétrosiliceux. D'autre part, lorsque, depuis le chemin minier qui passe au-dessous de la Ciga-



Fig. 68. — CIRQUE DE LA PLAGNE (partie supérieure)
(Vue prise sur le chemin minier, en aval de la Cigalère).

lère, on explore de l'œil le massif montagneux qui s'étale vers le sud, entre le col de Tartereau et le port de la Hourquette, on voit les masses blanches du calcaire former bordure autour des masses généralement sombres des schistes pétrosiliceux qui s'élèvent au milieu d'elles comme des îlots.

La discordance des schistes pétrosiliceux par rapport aux assises qui les surmontent, leur disposition en îlots émergeant au sein des calcaires et des schistes carburés, attestent, avec la présence à la base des quartzites de conglomérats de quartz roulé, qu'entre ces deux ordres de dépôts il y a eu un mouvement du sol ; il est donc naturel d'établir entre eux une séparation, d'autant plus que leur composition pétrographique, malgré quelques analogies dues à la similitude des actions métamorphiques, présente des différences marquées. C'est là un fait capital que nous avons déjà invoqué précédemment, et qui semble établir dans ces parages la présence d'un terrain précambrien ou archéen, terrain qui se sépare du terrain primitif par la présence de cailloux roulés, ainsi que nous aurons l'occasion de le voir aux environs de Luchon et dans la vallée d'Aran.

Une coupe levée entre le port de la Hourquette et la crête des Ourdouas (fig. 69), nous donne pour la région minière une structure analogue ; les notations qui l'accompagnent nous dispensent de toute explication.

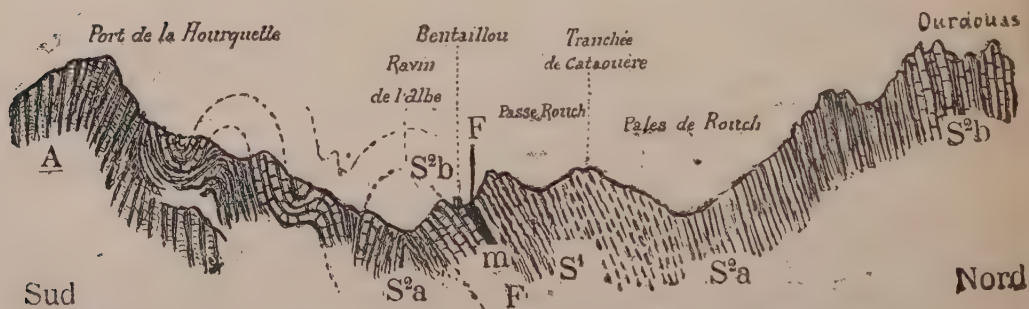


Fig. 69. — COUPE ENTRE LE PORT DE LA HOURQUETTE ET LA CRÊTE DES OURDOUAS
(au 1/25.000)

Examinons maintenant en détail les caractères de ces diverses zones en commençant par les plus anciennes.

Archéen (A de nos coupes) — Les schistes de cet étage, quoique ayant toujours un certain air de famille, sont très variés dans le détail, comme faciès et comme composition, ainsi qu'on peut s'en assurer en montant vers le port d'Urets ou vers celui de la Hourquette. Leur couleur relativement claire se tient presque toujours dans les tons gris ou verdâtres ; le reflet assez vif qu'ils présentent sur leurs surfaces de séparation, leur a fait donner à juste titre le nom de *schistes satinés* sous lequel on les connaît dans d'autres points de la France.

Ces roches schisteuses, nettement stratifiées, sont habituellement

très fissiles et ont une tendance à se diviser en dalles d'épaisseur variable : tantôt assez minces pour donner des ardoises, tantôt assez larges pour fournir des pièces d'appareil. Dans ce dernier cas, les plans de clivage qui les coupent en divers sens les divisent en gros blocs polyédriques ou plus souvent quadrangulaires, appliqués comme d'énormes écailles sur le flanc des montagnes.

Lorsque les dalles sont planes, elles sont généralement orientées de la manière la plus remarquable; mais le plus souvent leur surface est ondulée, flexueuse, et alors elles affectent les plissements les plus vifs, les contournements les plus capricieux.

Sur leur tranche ces roches ont habituellement une cassure grenue, plus ou moins cristalline; quelquefois pourtant elles deviennent compactes et se font remarquer alors par une disposition zonaire des plus accentuées marquée par des bandes de nature variable : les unes, claires ou peu colorées, fusibles en émail blanc, rappellent par leur faciès, leur cassure, leur teneur en silice et en feldspath, le pétrosilex ou l'eurite avec lesquels on les a confondues quand elles ont une épaisseur notable ; les autres, au contraire, sombres ou noirâtres, ont le faciès et parfois la composition des Trapps et des Grüns-teins ; elles sont fusibles en émail noir et renferment, mais à l'état amorphe, des minéraux basiques tels que le mica ferro-magnésien, la chlorite, l'amphibole.

Ces bandes, dont l'épaisseur varie dans d'assez larges limites, se répétant presque à l'infini, produisent ainsi une structure rubanée analogue à celle de certaines agates, structure qui justifie l'appellation de *schistes rubanés* qu'on a donnée parfois à ces roches.

Déjà en 1823, Charpentier avait signalé dans les montagnes de Barèges des masses minérales offrant cette disposition ; il avait remarqué leurs alternances avec les schistes micacés et autres éléments des terrains anciens ; il les désignait sous le nom de roches trappéennes, les unes étant pour lui du feldspath compacte, les autres du Grüns-teins compacte. Il comparait, d'ailleurs, ces schistes à ceux de Moutiers en Tarentaise.

Leymerie fait aussi mention d'une matière pétrosiliceuse qui imbibe les schistes satinés cambriens de la Haute-Garonne et plus particulièrement du val d'Aran ; mais il lui attribue une origine interne et la regarde comme de l'eurite en filons. Charpentier nous semble mieux inspiré en donnant à ces roches pétrosiliceuses une origine sédimentaire : la disposition de cette matière en zones parfaitement concordantes avec les schistes, leurs alternances multipliées presque à l'infini semblent incompatibles avec toute idée d'intrusion ; ce sont des roches de dépôt les unes acides, les autres basiques, contemporaines des schistes satinés encaissants.

L'archéen est entièrement confiné le long de la frontière, sans toutefois la former exclusivement ; il est surtout développé aux abords du port de la Hourquette, dans la Pyramide de Serre, la montagne d'Irazein et le port d'Urets.

Silurien inférieur ou cambrien (S¹). — Au-dessus des schistes satinés plus ou moins pétrosiliceux, se trouvent des roches détritiques siliceuses : quartzites noirâtres ou verdâtres et parfois conglomérats poudingiformes dans lesquels on distingue des noyaux de quartz enfumé, empâtés dans un ciment, soit quartzo-feldspathique, soit siliceux, auquel cas on a une sorte de quartzite porphyroïde ; le tout est mêlé de schistes siliceux et de phyllades ayant souvent le satiné des phyllades archéens, dont ils se séparent alors difficilement. Loin de la crête et plus généralement dans les régions moins tourmentées, la cristallinité diminue ; les phyllades passent à des schistes argileux, les quartzites deviennent des grès.

Le cambrien de la vallée est distribué sur trois bandes :

Une première bande passant au sud d'Estoueuou, une deuxième au Bocard, une troisième à la Plagne ; sur les bords du Lez, ces deux dernières sont en contact par faille, mais plus à l'est elles se séparent.

Silurien moyen. — Nous y distinguons, ici comme ailleurs, divers horizons :

S^{2a}. — *Schistes carburés inférieurs.* — Cet horizon est presque entièrement composé de schistes argileux ; aux environs d'Estoueuou et d'Eylie, ils sont tendres, argiloïdes, d'ailleurs très chargés d'un pigment graphiteux qui leur donne une forte coloration noire ; ce sont là nos *schistes carburés inférieurs*, généralement plus brillants que les schistes carburés du silurien supérieur, qui paraissent surtout anthraciteux ; il semblerait utile de réserver à ceux-ci le nom d'ampélites et aux premiers celui de *graphischistes*.

La pyrite est très répandue dans les schistes carburés, quelquefois au point de les rendre noueux et de leur donner l'aspect des schistes maclifères ; le plus souvent, le minéral est disséminé dans la masse de la roche à l'état finement grenu ; sa décomposition donnant des sulfates de fer et des sulfates d'alumine, les schistes se recouvrent alors d'efflorescences jaunâtres ou blanchâtres et passent à l'état de *schistes alumineux efflorescents*, presque toujours accompagnés de sources ferrugineuses.

Dans les hautes régions et partout où les schistes carburés ont subi des pressions énergiques, ils deviennent plus durs par imprégnation de silice, étincellent sous le choc du briquet et tendent à affecter la

disposition en dalles en donnant des *schistes argilo-siliceux*; parfois aussi, tout en restant argileux, il se développe dans leur masse une quantité considérable de macles blanches, cruciformes, de chiastolite; remarquons en passant que ces macles, sans être à un niveau bien constant, car on les trouve tantôt dans le silurien inférieur, tantôt dans le silurien supérieur, sont toujours sur un horizon plus élevé que celui des macles à staurotide; il est donc utile de distinguer soigneusement dans une description géologique, quelle est l'espèce de macles dont on veut parler, et de préciser, par suite, la nature de ces *schistes maclifères*.

La surface des schistes argileux est habituellement ondulée et irrégulière; parfois, pourtant, elle est plane sur de grandes étendues, et si en même temps s'ajoute une certaine cohérence, les schistes passent aux *schistes ardoisiers*; le plus souvent, néanmoins, ici comme ailleurs, les ardoises se débitent suivant des plans de clivage.

Les plis, les ondulations, les mouvements de flexion si habituels à ces schistes anciens, sont presque toujours accompagnés d'un certain éclat lustré et d'une structure fibreuse ou maillée. Ces *schistes lustrés* se chargent parfois de phyllites (séricite, damourite), par suite d'actions métamorphiques; parfois aussi ils perdent en grande partie leur pigment charbonneux et prennent une teinte relativement claire.

Des *grauwackes* noirâtres existent aussi dans ce système, mais elles sont très rares.

En résumé, la zone des schistes carburés inférieurs se compose de *schistes carburés graphiteux*, souvent pyritifères et donnant alors des *schistes alumineux efflorescents*, de *schistes argileux lustrés*, de *schistes argilo-siliceux*, parfois ardoisiers, de *schistes maclifères à chiastolite*, de *grauwackes*; toutefois, c'est le schiste argileux carburé qui prédomine dans cette zone et lui imprime son cachet.

C'est sur cet horizon que se trouvent les graptolites dendroïdes de la vallée d'Orle.

Nous avons vu que ces schistes carburés forment, dans la haute vallée du Lez, trois bandes longeant la chaîne (voir coupe n° 65): bande méridionale se montrant au bas de la Cigalère et dans le ravin conduisant au lac d'Albe, surtout sous forme de schistes argilo-siliceux noirâtres; bande intermédiaire passant par Eylie, le bois de Rouch, Passe-Rouch, la tranchée de Cataouère et la serre d'Araing où se développent des phyllites et surtout des macles en abondance; bande septentrionale coupant la vallée entre Colderoux et Jos.

Cette dernière bande est essentiellement argiloïde; elle représente en quelque sorte le faciès normal de cette zone; les deux autres sont plus ou moins métamorphiques.

S^{2b}. — *Calcaires et alternances calcaro-schisteuses*. — Au-dessus des schistes carburés inférieurs et cela dans chacune des trois bandes indiquées précédemment, se montrent constamment des masses calcaires, soit seules, soit accompagnées d'éléments schisteux.

Nous avons vu qu'elles sont réparties en trois bandes :

1^o Bande septentrionale passant par Laparade ; elle est formée surtout d'alternances calcaro-schisteuses déjà étudiées en détail aux environs de Biac, dans la vallée d'Orle, alternances dans lesquelles prédominent les calcaires au voisinage des schistes carburés, mais des calcaires généralement peu cristallins, malgré leur texture grenue. Ordinairement, ils partagent l'état cristallin des schistes avec lesquels ils alternent ; lorsque le schiste est grossier, le calcaire est peu cristallin, sa cassure presque terreuse ; sa couleur se tient dans les tons bleuâtres, grisâtres ou jaunâtres ; il alterne fréquemment alors avec des calschistes argileux ressemblant à des ardoises. Parfois, les calschistes formant avec le schiste une union intime, prennent un éclat lustré qui justifie le nom de *dalles lustrées* que Leymerie leur a donné dans le pays de Luchon.

La grauwacke est fréquente dans ce système ; elle est noirâtre et plus souvent jaunâtre et brunâtre, comme celle de l'Ardenne et de l'Eifel ; toutefois, il est rare, surtout quand elle alterne avec le calcaire, que son origine soit détritique ; le plus souvent, en effet, elle résulte de l'altération des calcaires argileux et des calschistes sous l'influence des actions atmosphériques ; le carbonate de chaux, dissous par les eaux, est enlevé à la longue, et il ne reste plus qu'une masse grenue, peu cohérente, ayant du grès le faciès et la texture, mais en différant essentiellement par sa nature argileuse ; toutefois, quand le calcaire est siliceux, la silice s'ajoutant à l'argile, la ressemblance avec un grès est encore plus marquée.

Le système calcaro-schisteux affecte un certain nombre d'ondulations et de plis qui exagèrent sa puissance. Par suite de ces accidents stratigraphiques en tout point comparables à ceux que présente le Jura, on rencontre, entre le ravin de Jos et la gorge de l'Isar, une série de synclinaux et d'anticlinaux, série dans laquelle la clef de voûte est occupée habituellement par les schistes carburés, tandis que les synclinaux sont remplis par les dalles argilo-calcaires, les calschistes, les calcaires et les schistes ardoisiers.

Cette formation puissante, qui se reconnaît de loin à sa couleur fauve ou roussâtre, est très développée le long de la gorge de l'Isar, surtout aux abords de Frechendeck, où les dalles atteignent d'énormes dimensions. C'est sur ces mêmes roches que le village aérien de Bencarech est bâti.

2° Bande moyenne marquée par une ligne d'escarpements qui recoupent toute la vallée du Biros ; elle forme ici les crêtes des Ourdouas et la haute cime du pic de l'Ar. Elle se compose surtout de dalles calcaires entremêlées de bancs schisteux ; ici, la cristallinité est plus accusée que dans la zone précédente. Cet horizon équivaut aux Dalles de l'Isar, mais seulement à la partie inférieure de ce système.

3° Un troisième horizon correspond à l'intéressante formation du calcaire métallifère ; à proprement parler, nous n'avons plus affaire ici, comme précédemment, à une bande plus ou moins linéaire longeant la chaîne, mais à une double bande à trajet sinueux dessinant autour du cirque de la Plagne un circuit irrégulier ouvert du côté de l'est. Nos coupes et nos panoramas géologiques permettent de suivre son trajet : il se montre à la Cigalère sous la forme de rochers hardis dominant le cirque de la Plagne, au monticule Saint-Jean, au Bentaillou, à Chichoix, aux environs du lac d'Albe d'où il passe en Espagne ; ces dépôts de couleur blanchâtre éprouvent ensuite un rebroussement et viennent former comme une plage sinueuse au pied des falaises schisteuses de la frontière qu'ils suivent dans leurs contournements ; c'est dans ces conditions qu'on les trouve au nord de la Pyramide de Serre, du port de la Hourquette et sur les flancs de la montagne d'Irazein d'où ils gagnent la vallée d'Orle à travers la gorge du port d'Urets.

Tout porte à croire néanmoins que ces deux bandes ne sont autre chose que des lambeaux aujourd'hui disjoints d'une bande unique qui aurait été rompue et morcelée par des plissements longitudinaux.

Cette hypothèse est, d'ailleurs, corroborée par l'allure irrégulière du calcaire et ses variations d'épaisseur (de 50 à 200^m en moyenne) qui peuvent tenir soit aux variations angulaires des plis synclinaux, soit à la position plus ou moins profonde de ce calcaire par rapport au sommet de ces plis.

Les calcaires de cette haute région sont cristallins au plus haut degré ; parfois même ils acquièrent une blancheur rappelant celle des calcaires marmoréens le plus en renom ; ils se chargent alors d'une foule de minéraux accidentels : trémolite aciculaire, asbeste, amphibole verte radiée, pyrite, séricite et surtout de petits cristaux de quartz quelquefois répandus à profusion ; sur le chemin du port de la Hourquette, le calcaire renferme des nids de graphite écaillés, provenant probablement de la volatilisation des parties charbonneuses qu'il contenait primitivement.

La roche est presque constamment grenue, sauf dans le voisinage des filons de quartz et dans les veinules de sécrétion où elle prend

une structure lamellaire. Rarement, d'ailleurs, elle est homogène sur de grandes surfaces : blanche et saccharoïde en certains points, elle devient, sur d'autres, grise ou noirâtre ; elle est fréquemment ondée de zones de différentes teintes, à contours flexueux, affectant les dispositions les plus bizarres.

Ces *calcaires zonés* sont très communs aux abords des mines de Chichoix.

Ces roches, d'ailleurs, se présentent habituellement non pas en bancs, mais en plaquettes relativement minces (*dalles calcaires* de M. Jacquot).

Les grains de silice sont parfois tellement répandus dans la masse de la roche, qu'elle prend presque l'aspect d'un grès à ciment calcaire ; seulement tout porte à croire qu'ici les grains de quartz se sont développés par métamorphisme et sont par suite postérieurs au calcaire qui les englobe. Quand ces *calcaires siliceux* sont exposés à l'air ou à des actions dissolvantes, le carbonate de chaux est enlevé partiellement ; il en résulte que la roche est hérissée de petites granulations de quartz qui la rendent très âpre au toucher.

Il n'est pas rare que le calcaire se charge de magnésie, et cela de la

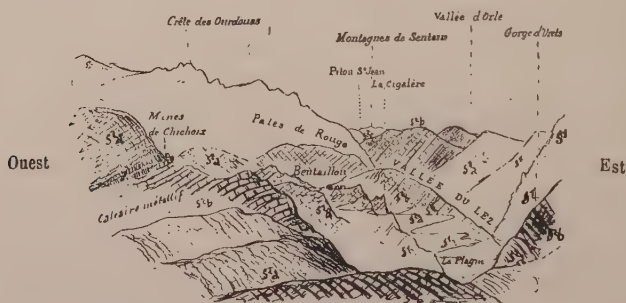


Fig. 70. — RÉGION MINIÈRE DE CHICHOIX
(Vue prise sur le chemin du port de la Hourquette)

façon la plus irrégulière, sans que le changement soit d'aucune manière lié à la stratification ; dès lors, la roche devient une *dolomie cristalline*, grenue, friable, s'effritant sous la pression des doigts. Dans cet état, elle forme soit des bavures courant capricieusement à travers le calcaire, soit des masses arrondies ou des pitons présentant les configurations les plus singulières.

Au voisinage des gîtes métallifères le calcaire devient roussâtre ou jaunâtre et passe alors au *spath brunissant* et même à la *sidérose* ; presque toujours dans ce cas il est moucheté de substances métalli-

ques, pyrites, chalcopyrite, galène, blende, fer carbonaté. Ce sont ces variétés, portant la livrée du fer, qui constituent plus spécialement ce qu'on peut appeler avec M. Mussy le « calcaire métallifère. »

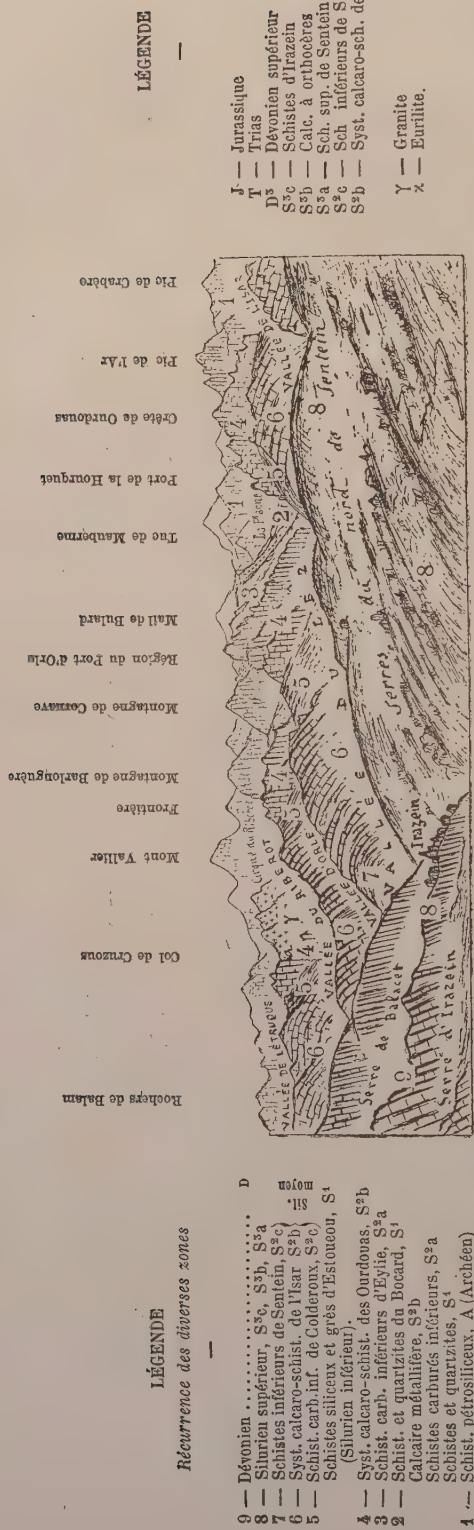
D'après cet ingénieur, ces masses calcaires « sont disposées en amandes allongées très irrégulières, toujours minces et discontinues ; » il considère les minéraux qu'elles renferment comme « attestant le voisinage des roches primitives et un métamorphisme manifeste. »

Les trois bandes que je viens d'énumérer doivent par suite être considérées comme des lambeaux disjoints d'une grande masse calcaro-schisteuse qui couvrait autrefois toute la région comprise entre la frontière et le parallèle de Sentein. C'est à des plissements longitudinaux et à des failles qu'il faut attribuer ce morcellement ; d'autre part, c'est dans les modifications mécaniques amenées par ces grands mouvements de l'écorce terrestre, et les émanations d'origine interne s'étant fait jour par les fractures résultant de ces dislocations, qu'il faut chercher la cause du métamorphisme qui a si profondément modifié les calcaires et les schistes de la haute vallée.

Failles. — Il ressort de cet exposé que entre Sentein et la frontière les terrains ne se succèdent pas d'une manière continue, mais que la série est troublée par la réapparition de certaines assises qui normalement auraient dû se tenir dans les profondeurs. La plupart de ces récurrences sont dues à des ondulations, comme la partie de la vallée comprise entre Sentein et Colderoux nous en donne si souvent l'exemple ; mais les failles y ont aussi contribué pour une large part.

Les failles, en effet, n'y sont pas rares, ainsi que l'attestent les stries, les cannelures, les miroirs de frottement que présentent les roches ; mais comme les couches sont ordinairement fort relevées, ces accidents affectent presque toujours des couches d'une même assise, de sorte que les rapports stratigraphiques ne changent guère ; il y a simplement glissement du toit le long du mur ou inversement. Ces fractures secondaires, qui accidentent fréquemment ces terrains anciens, nous n'en tenons pas compte ici et nous négligeons de les indiquer sur nos coupes.

Il en est tout autrement de la faille que nous avons déjà signalée dans la région de Chichoix et du Bentaillou et nous croyons utile d'y insister un peu. Déjà les perturbations des assises entre l'entrée du chemin d'Urets et Chichoix, la présence de puissants filons métalliques, le métamorphisme qu'accusent les roches voisines (développement de mica hydraté, de chialstolite), tout cela constitue, sinon une preuve, du moins une forte présomption en faveur de l'existence de



LÉGENDE
Récurrence des diverses zones

- 9 — Dévonien
- 8 — Silurien supérieur, S^{2c}, S^{2b}, S^{2a}
- 7 — Schistes inférieurs de Senten, S^{2c}
- 6 — Syst. calcaro-schist. de l'Isar, S^{2b}
- 5 — Schist. carb. inf. de Calderoux, S^{2c}
- 4 — Schistes siliceux et grès d'Estouen, S¹ (Silurien inférieur)
- 3 — Syst. calcaro-schist. des Ourdouas, S^{2b}
- 2 — Schist. carb. inférieurs d'Evie, S^{2a}
- 1 — Schist. et quartzites, S¹
- 0 — Calcaire médiolite, S^{2b}
- 1 — Schistes carbonés inférieurs, S^{2a}
- 2 — Schistes et quartzites, S¹
- 3 — Schist. pétrosiliceux, A (Archéen)

NOTA. — Les zones qui n'ont pas de notation ne sont pas visibles.

PANORAMA GÉOLOGIQUE DES ENVIRONS DU BIROS
(Vue prise aux environs d'Irazein)

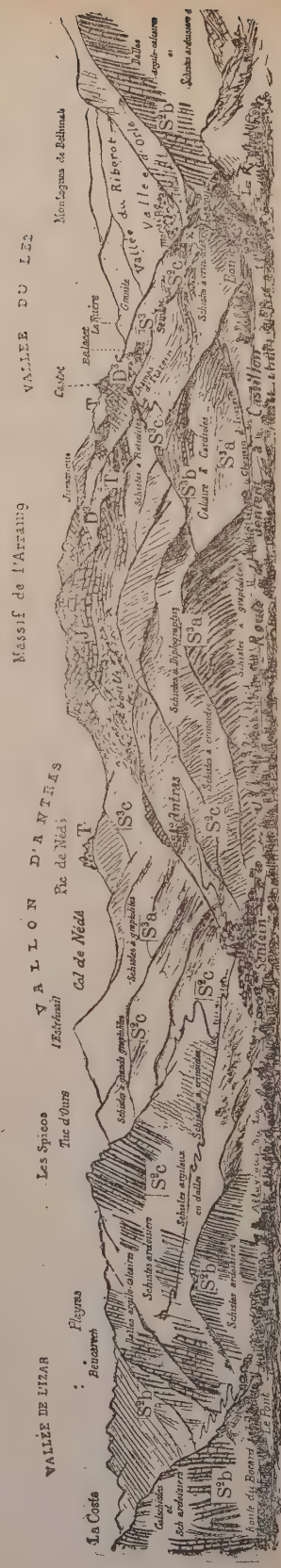


Fig. 71. — PANORAMA GÉOLOGIQUE DES ENVIRONS DE SENTEN

la faille; la probabilité se change en certitude, si on remarque, comme on peut le voir sur nos coupes, que les assises en contact ne sont pas constamment les mêmes.

En suivant cette faille vers l'est, dans le massif du Vallier, nous voyons ses deux lèvres s'écarter pour donner passage à un pointement granitique. Le granite fait déjà une avance sur la vallée d'Orle, dans la région désolée qui avoisine le port de Cornave; dans la vallée du Lez, il ne fait pas apparition au dehors, mais il y a tout lieu de croire qu'il existe à une faible profondeur, comme l'admet M. Mussy : c'est à cette roche ou aux sources minérales qui lui ont servi de cortège qu'il faut, selon toute apparence, rapporter le développement des macles, le satiné des schistes argileux, la cristallinité des calcaires, la venue au jour des dolomies et des filons de sidérose, matrice de la galène et de la blende.

VALLÉE DU LEZ, AU NORD DE SENTEIN.

Entre la vallée de l'Izar et le pied de l'Arraing se trouve une masse considérable de schistes argileux, habituellement pigmentés de noir, quelquefois néanmoins complètement blancs, renfermant, quoique en minces proportions, des calcaires, des grauwackes grossières et des grès feldspathiques.

Jusque dans ces derniers temps, aucun fossile n'y avait été signalé; aussi dans sa carte géologique de l'Ariège, l'ingénieur Mussy prend uniquement le caractère lithologique pour base de sa classification; tous les schistes du Biros sont rangés dans le silurien inférieur, tous les calcaires dans le silurien supérieur (*). L'observation m'a montré que les calcaires, comme les schistes, se trouvent à des niveaux et même à des étages bien différents. En explorant cette région en 1882, j'eus la bonne fortune d'y découvrir, avec des orthocères et des brachiopodes, une assez grande variété de graptolites. Depuis lors, de nouvelles découvertes sont venues s'y joindre et m'ont permis de classer ces dépôts se ressemblant beaucoup extérieurement.

De ces dépôts, qui sont les plus intéressants de la vallée, les uns appartiennent sans nul doute au silurien supérieur. Ceux de la base paraissent correspondre aux niveaux les plus élevés du silurien moyen; mais le passage des faunes s'opérant graduellement, et les roches ayant d'ailleurs la même physionomie, il est difficile de marquer d'une façon précise la ligne séparative des deux étages. D'autre part, pour établir la succession des assises, on se heurte devant des difficultés nombreuses : l'abondance de la végétation qui trouve ai-

(*) Voir mon *Analyse critique*, p. 64.

sément prise sur ces roches argileuses facilement décomposables; l'uniformité des diverses zones au point de vue pétrographique, les perturbations nombreuses que les coupes révèlent dans le détail, sont déjà des obstacles avec lesquels il faut compter. En outre, au nord de Sentein, pas de ces tranchées, naturelles ou artificielles, qui sont si propices à l'observation; les diverses coumes qui descendent du massif de l'Arraing vers le Lez, sont presque partout envahies par la culture; d'un autre côté, la route de Sentein à Bordes, quoique entaillée presque continuellement dans les schistes siluriens, si elle est favorable à la récolte des fossiles qui se montrent presque à chaque pas, ne l'est guère à des observations stratigraphiques, soit en raison de ses contournements, soit, lorsqu'elle est rectiligne, à cause de la direction même de son tracé, presque toujours parallèle à la direction des couches.

Si les diverses assises s'étaient présentées dans des conditions favorables, il aurait suffi d'une seule coupe pour établir la succession, sauf à la contrôler par d'autres coupes parallèles. Malheureusement, toutes les coupes présentent des lacunes, soit que certaines zones fassent réellement défaut, soit qu'elles se cachent sous un tapis de végétation. Aussi, nécessité a été de les multiplier dans divers sens et de les comparer entre elles, afin de pouvoir établir leur succession chronologique. Laissant de côté un certain nombre de coupes peu concluantes par elles-mêmes ou faisant double emploi, je me bornerai à en décrire quatre qui paraissent de nature à se compléter les unes les autres. Le panorama géologique qui les accompagne pourra servir à indiquer la direction qu'elles suivent :

- 1^o *Coupe entre le Playras et les serres au nord de Sentein;*
- 2^o *Coupe prise entre Bonac et Lascoux;*
- 3^o *Coupe curviligne passant par Lascoux, Semiac et Balacet;*
- 4^o *Coupe sur le chemin de Sentein à Irazein.*

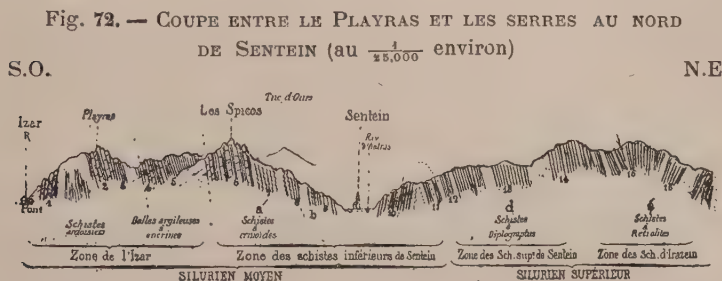
Coupe entre le Playras et les serres au nord de Sentein.

Légèrement brisée, surtout au début, cette coupe suit, en moyenne, la direction S. O.-N. E. Elle part des environs du Playras, petit hameau aérien bâti sur des escarpements calcaires, gravit les Spicos et descend ensuite à Sentein par un sentier qui conduit au Tuc d'Ours. Plusieurs éléments de cette coupe, et en particulier le schiste à crinoïdes, se montrent nettement sur le sentier qui va de Sentein à Bencarech, prenant la montagne en écharpe sur son versant oriental.

Au-delà de Sentein, elle suit un autre sentier qui se détache du chemin d'Antras, au niveau de l'établissement balnéaire, un peu au-

dessus du pont jeté sur le Couéou; elle monte ensuite, après une brusque inflexion, dans la direction du nord, gravissant les serres mamelonnées qui s'étagent au pied de l'Arraing.

Transcrire ici toutes les variétés de roches qu'on trouve dans le parcours serait un travail fastidieux, peu profitable d'ailleurs. Je me bornerai donc à indiquer les niveaux qui se recommandent par leur épaisseur ou par des fossiles spéciaux.



Voici quelle est la succession du sud au nord, en série ascendante :

Zone des schistes et calschistes de l'Izar. — D'abord se montre un système calcaro-schisteux composé ainsi qu'il suit :

1. Calschistes et calcaires du bas de Bencarech avec schistes ardoisiers ;
2. Calcaire gris bleuté du Playras ;
3. Schistes noirs ;
4. Calschistes bleutés ;
5. Schistes ardoisiers ;
6. Alternances de schistes argileux et de calschistes traversés par des filons de quartz.

Toute cette série, qui se rattache à la zone des dalles argilo-calcaires et schistes ardoisiers de l'Izar, série très nettement stratifiée, n'a guère donné, jusqu'à ce jour, que des *encrines*, des *fucoides* et quelques autres empreintes assez vagues. Elle forme, en particulier, les escarpements des Spicos, et en résumé se réduit à des dalles de calschistes ou de schistes argileux, avec quelques bancs calcaires et quelques niveaux ardoisiers ; ceux-ci étant exploités vers le Playras et aussi sur les bords du Lez, à peu de distance du pont de l'Izar.

Au-dessus de cette série schisto-calcaire et concordant avec elle, se développe une puissante zone de schistes argileux parfois blancs ou gris, mais le plus souvent carburés. La teinte grise prédomine à la base, la teinte noire l'emporte ensuite plus haut dans le voisinage du dévonien.

Ce système argileux, qui est accompagné de quelques bancs de grauwacke et de grès feldspathique, prend une grande extension sur les deux versants du vallon d'Antras, et aussi tout le long du Lez en aval de Sentein. La partie supérieure, développée surtout autour d'Irazein, sera désignée sous le nom de *schistes d'Irazein*; la partie inférieure constituera les *schistes de Sentein*, dans lesquels je distinguerai deux niveaux.

Zone des schistes inférieurs de Sentein. — Ils forment la rive droite du Couéou et montent ensuite un peu au nord de Sentein; nous les retrouverons aussi amplement développés le long de la route de Sentein à Bordes, où ils nous fourniront quelques détails complémentaires. On rencontre tour à tour, succédant à la série précédente :

7. — Schistes argileux, blancs, faiblement nacrés, à crinoïdes et cystidées, *Scyphocrinites elegans*, *Echinosphærites balticus* (?), et vagues empreintes végétales;
8. — Schistes argileux, blancs ou maculés de noir, renfermant, sur le chemin du Tuc-d'Ours, des graptolites peu déterminables, remarquables par leur longueur atteignant plusieurs décimètres, et leur tendance à se recourber brusquement en forme de genou. Ces graptolites, qu'on pourrait appeler géniculés, semblent spéciaux à cette zone; ils paraissent se rapporter au *Monograptus colonus*;
9. — Schistes argileux, généralement gris ou noirâtres, avec concrétions pyriteuses, présentant quelques intercalations d'une sorte de grauwacke grossière, noirâtre, de consistance terreuse, ressemblant à celle qui, au pic du Gar, contient le *Trinucleus Goldfussi* et des *Orthis*;
10. — Sur la portion du chemin d'Antras dominant l'établissement des bains, se montrent des schistes argileux blancs ou gris-cendré, parfois noirâtres, dans lesquels se trouvent de vagues traces d'*encrines*.

Les mêmes couches, accompagnées de quelques grès noirâtres, se trouvent sur le petit chemin qui monte vers la serre au nord de Sentein. On trouve ici des *graptolites* analogues à ceux que nous verrons dans une coupe ultérieure, au hameau de Lascoux; ils sont rectilignes et très larges.

Ces assises plongent généralement vers le sud, sous un angle voisin de 90°; leur direction générale E.-O. est très constante, mais dans le détail elles présentent des perturbations nombreuses liées, selon toute apparence, à la présence du quartz qui sillonne leur masse en tous sens, y apportant divers principes métalliques. Dans un de ces filons, j'ai trouvé, avec des carbonates de cuivre verts et bleus, des traces de cuivre oxydulé et de cuivre natif, le tout se rattachant probablement en profondeur à quelque gîte de chalcoppyrite;

11. — Schistes argileux, habituellement grisâtres, avec rares intercalations de grauwacke noire terreuse. Ils renferment des *graptolites* peu déterminables, mais toujours rectilignes et de longueur assez grande.

On peut y recueillir le *Monograptus spiralis* que nous retrouverons aux environs de Lascoux ;

12. — Les mêmes schistes se poursuivent, présentant çà et là des enduits nacrés et de petites masses de quartz fibreux et de quartz réticulé.

Toute la série ci-dessus indiquée sous le nom de schistes inférieurs de Sentein semble devoir être groupée en un seul et même ensemble caractérisé, au point de vue lithologique, par la prédominance des schistes argileux nacrés de couleur blanche ou gris sombre, la fréquence des intercalations de grauwacke noirâtre, et, au point de vue paléontologique, par le développement des *crinoïdes*, des *cystidées*, et des *graptolites*.

Cette zone nous montrera, aux environs de Lascoux, des traces de *Trinucleus* et des intercalations intéressantes de roches semi-cristallines, qui ne se retrouvent plus dans la zone supérieure ; d'ailleurs, celle-ci nous montrera une faune distincte.

Zone des schistes supérieurs de Sentein. — Au-dessus de ces schistes, viennent les schistes supérieurs de Sentein, généralement plus noirs que les précédents :

13. — La succession n'est pas toujours visible. Au quartier dit de Garbispaou, là où le sentier conduisant vers Irazein se perd à travers des terrains vagues, presque dénudés, d'ailleurs en vue de Sentein, on trouve des schistes noirs plongeant vers le nord, dont la faune est intéressante par sa richesse. J'y ai recueilli des *Diplograptus* (*D. palmeus*) et divers *Monograptus* (*M. priodon*, *M. bohemicus*, *M. attenuatus*, etc.) ; aussi des brachiopodes absolument analogues à ceux que nous verrons près d'Esperris ; en plus un échantillon unique de *cornulite* changé en limonite ;
14. — Plus amont se trouvent des schistes argileux avec filons de quartz et veinules de lithomarge bleue ou blanche dont nous trouverons les similaires sur le chemin d'Irazein, au-dessous des calcaires à *Cardiola interrupta*.

Zone des schistes d'Irazein. — En marchant au-dessus de Cuchain, dans la direction d'Irazein, on rencontre des schistes habituellement plus feuilletés, à texture plus fine, d'ailleurs plus ampéliteux. En outre de quelques fossiles déjà trouvés dans les schistes qui précèdent, ils renferment quelques graptolites plus spéciaux à cette zone :

15. — Schistes ampéliteux à *Monograptus Nilssoni*, *Retiolites Geinitzi*, *Monograptus priodon* ;
16. — Schistes ampéliteux efflorescents.

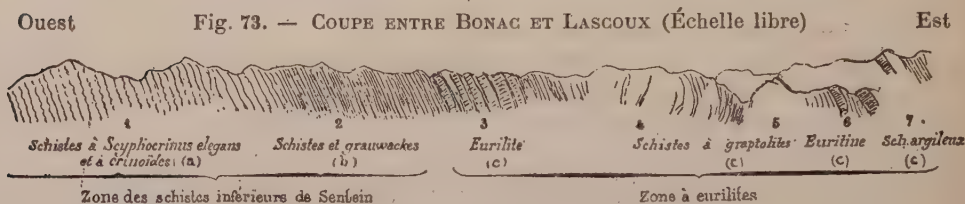
La même formation se poursuit avec quelques plissements jusqu'à Irazein et au-dessus. La coupe d'Irazein nous donnera quelques termes nouveaux et montrera le contact de cette zone avec le dévonien.

En résumé, la coupe ci-dessus renferme du haut vers le bas les niveaux suivants :

Silurien supér. moyen.	{	Schistes d'Irazein à <i>Retiolites Geinitzi</i> , <i>Monograptus Nilssoni</i> , <i>M. priodon</i> .
		Schistes supér. de Sentein à <i>Diplograptus palmeus</i> , <i>Monograptus priodon</i> , etc., <i>Orthis</i> .
	{	Schistes inf. de Sentein. { Zone à <i>Monograptus colonus</i> , <i>M. spiralis</i> . Z. à cystidées et crinoïdes (<i>Echinosphærites</i> , <i>Scyphocrinites</i>).
	{	Calschistes et schistes ardoisiers de l'izar.

Coupe prise entre Bonac et Lascoux.

Au sortir de Bonac, le sous-sol n'est pas visible ; mais avant d'arriver à Lascoux, la route est entaillée dans des schistes analogues à



ceux que nous avons déjà trouvés au sud de Sentein ; ils sont ici exceptionnellement riches en crinoïdes.

En descendant vers Lascoux, on trouve successivement :

1. — Schistes blancs ou gris clair à *Scyphocrinites elegans*, *Echinosphærites balticus* (?), renfermant, en outre, une multitude d'*encrines* généralement déformées par la pression.
2. — Plus loin, ces mêmes schistes présentent de minces intercalations d'une sorte de grauwaque noirâtre, comme nous en avons déjà vu dans la coupe de Sentein, au même niveau. La coupe suivante nous montrera que c'est le niveau des grands graptolites.

Zone des eurilites. — Plus bas, les schistes argileux alternent à plusieurs reprises avec des roches singulières, grises ou livides, analogues à celles que Leymerie a désignées, dans la Haute-Garonne, sous le nom d'*eurilites*, en raison de leur ressemblance avec l'eurite.

3. — Alternances régulières de schistes argileux et d'eurilites gris-verdâtre, formant des couches parfaitement réglées, d'épaisseur variable.
4. — Schistes argileux gris ou noirs avec *graptolites* indéterminables ; à proximité d'un ravin, ces schistes éprouvent des perturbations liées probablement à la présence de filons de quartz.

5. — Plus loin, se montrent des schistes argileux d'une teinte claire semblant se rapporter au même système que les précédents:
6. — Puis viennent quelques masses d'eurilites dont l'allure est un peu indécise. La roche, fortement imprégnée de quartz, passe en certains points à une sorte de conglomérat dans lequel on distingue des fragments anguleux; ici, la roche prend le caractère de l'euritine.
7. — Les schistes argileux se poursuivent plus loin, renfermant quelques niveaux de *graptolites*.

Ainsi, au-dessus de l'horizon des schistes inférieurs de Sentein, vient se placer la zone des eurilites et des euritines.

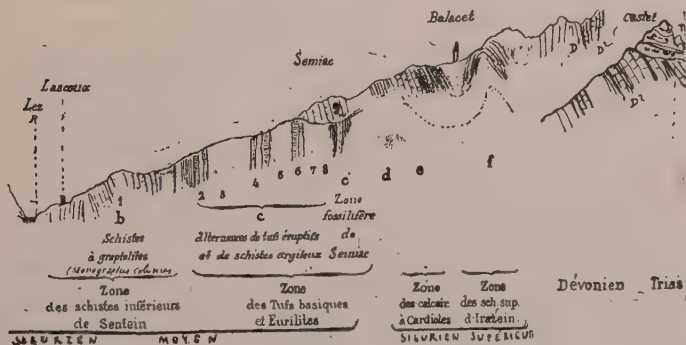
Nous laissons la coupe en ce point, parce que nous trouverons les mêmes éléments plus nettement disposés dans une autre coupe levée entre Lascoux et Balacet; d'ailleurs, ici, par sa direction sensiblement parallèle à la direction des assises, la route se prête mal à un examen stratigraphique.

En somme, cette coupe a pour résultat de nous montrer au-dessus de l'horizon des schistes à crinoïdes, l'intercalation de roches compactes semi-cristallines (eurilites) et de grès feldspathiques (euritines) alternant, de la manière la plus nette, avec des schistes argileux fossilifères.

Coupe brisée prise entre Lascoux et Balacet.

Au nord de Lascoux, les horizons sont difficiles à suivre, à cause de l'envahissement des cultures. Aussi, la coupe ci-dessous change-

Fig. 74. COUPE BRISÉE ENTRE LASCoux ET BALACET
(au $\frac{1}{25,000}$ environ)



t-elle plusieurs fois de direction pour passer par des points se prêtant mieux à l'observation.

Elle part de Lascoux, monte par un chemin creux qui se détache

de la grande route dans la direction de Semiac, puis file, à travers champs, dans la direction de Semiac et de Balacet.

Voici la succession qu'on trouve à partir de Lascoux :

Zone des schistes inférieurs de Sentein. — La première partie de la coupe correspond aux schistes inférieurs de Sentein ; les schistes à *Scyphocrinus elegans* et à crinoïdes n'y semblent pas néanmoins représentés.

1. — Schistes argileux de Lascoux, à grands graptolites (*Monograptus colonus*). Les fossiles se montrent en abondance sur le bord même de la grande route ; ils se détachent habituellement en jaune ocreux sur le fond gris-cendré ou blanc de la roche. Les schistes sont accompagnés de quelques minces bancs de grès et de grauwaque, et sont pénétrés çà et là de quartz en petites veinules formant un lacis assez compliqué. Les *ripple-marks* sont assez fréquents à ce niveau.

Si l'on prend ensuite le chemin creux qui part de la maison la plus occidentale du hameau, on rencontre des masses schisteuses assez brouillées, noires ou grisâtres. Puis, on retrouve l'horizon des grands graptolites, avec ses schistes blanchâtres et ses grauwaques de couleur sombre.

Après une bande de schistes noirs, se montrent de nouveau des schistes blancs où l'on peut recueillir des graptolites de même espèce.

Que représente cette zone fossilifère ? Elle a les mêmes caractères lithologiques que l'horizon des schistes à crinoïdes portant le n° 4 dans la coupe entre Bonac et Lascoux ; même faciès aussi que l'assise n° 2, avec même intercalation de grauwaques noirâtres et terreuses ; d'autre part, nous allons voir qu'elle est aussi immédiatement placée au-dessous d'une zone à eurilites. Ces rapprochements nous engagent à mettre la zone à grands graptolites et la grauwaque noirâtre (n° 2 de la coupe précédente) sur le même niveau.

Zone des eurilites et des tufs feldspathiques. — Au-dessus de cet horizon fossilifère facile à suivre, se montrent, et à plusieurs niveaux, des intercalations analogues à celles de l'assise n° 3 de la coupe précitée ; la roche a, d'ailleurs, un faciès variable ; la structure est souvent gréseuse et elle passe alors à l'euritine.

2. — Bancs d'euritine de 3 à 4 mètres séparés par des bancs de schiste de 3 mètres environ.
3. — Schistes argileux.
4. — En allant à travers champs et suivant la ligne de faite d'une croupe montant vers le nord, on trouve, après les schistes, une euritine gréseuse et terreuse ayant environ 6 mètres de puissance.
5. — Schistes argileux.
6. — Alternances de grès feldspathiques (euritine), de roches terreuses (tufs feldspathiques ou basiques) et de roches sub-compactes (eurilites).

7. — Schistes argileux.

8. — Euritine se cassant en coin, à structure gréseuse très accusée; exploitée comme pierre d'appareil.

9. — La ligne de faite que je suis depuis les assises 3 et 4, vient ensuite rencontrer le chemin d'Uchentein à Semiac. Dès lors, je m'achemine vers cette dernière localité. Sur le trajet, même système de schistes argileux; dans tous les murs de clôture, quantité d'eurilites ou de roches qui lui sont apparentées de très près. A Semiac, surtout, elles sont abondantes; mais la roche est rarement visible en place; comme, dans cette contrée essentiellement schisteuse, les pierres d'appareil font défaut, on a presque partout tiré parti de ces dalles, comme nous l'avons déjà vu pour le calcaire à orthocères, soit pour la construction des maisons, soit pour les murs de clôture; l'extraction est d'ailleurs chose facile, vu la situation de ces dalles entre des bancs schisteux généralement assez tendres. Ces roches sont éminemment riches en fossiles :

Orthis budleighensis (?); *Rhynchonella*, sp.; *Atrypa*, sp.; *Trilobites* indéterminables et traces de *Trinucleus*; *encrines*; *orthocères* divers.

10. — Puis, schistes argileux.

Zone des calcaires à cardioles (?). — 11. — Calschistes noirs, avec intercalations de dalles de calcaire compacte, correspondant probablement à l'horizon du calcaire à *Cardiola interrupta*; ils se montrent à peine sur le chemin caillouteux de Balacet.

Zone des schistes d'Irazein. — 12. — A Balacet et au-dessus, on retrouve la zone des schistes d'Irazein, avec beaucoup de *graptolites* et en particulier le *Monograptus Nilssoni*; ils sont dirigés E.-O. et plongent vers le sud sous un angle de 50 à 60 degrés.

Zone des calcaires argileux. — 13. — Puis viennent des alternances de schistes argileux et de calschistes argileux jaunâtres à encrines, veinés par de la calcite blanche. Ces roches-ci plongent vers l'ouest et sont dirigées sensiblement N.-S.; elles sont donc pleinement en discordance avec les schistes d'Irazein, ce qui nous engage à les séparer du silurien et à les attribuer au dévonien.

Zone des calcaires marmoréens. — 14. — Au-dessus, on trouve une brèche calcaire très dure, des calcaires gris-bleuté compacts, puis un calcaire cristallin blanc nuancé de jaune, dans lequel j'ai trouvé un brachiopode de grande taille; des calcaires gris-bleuté à *entroques*, des calcaires marmoréens qu'on a essayé d'exploiter. Ils appartiennent au dévonien supérieur, quelques-uns peut-être au terrain carbonifère.

Zone des conglomérats triasiques. — 15. — A Castet, les calcaires dévoniens sont surmontés d'un flot triasique formé de poudingues et de grès habituellement rougeâtres. Un autre dépôt de même genre se voit plus haut dans la direction du col d'Uchentein. Ces deux masses, autrefois en continuité, sont les témoins discontinus d'une bande qui devait être puissante, à en juger d'après les nombreux blocs dévalés sur les pentes et dans le bas de la montagne; cette traînée passe par Uchentein, Castet, le nord d'Irazein, les rochers de Nédé, puis, de là, gagne la haute vallée de la Bouigane et le pays de Saint-Béat.

Cette coupe nous montre en particulier que les eurilites sont fossilifères ou du moins alternent avec des schistes contenant des *Trinucleus* et des *Orthis*.

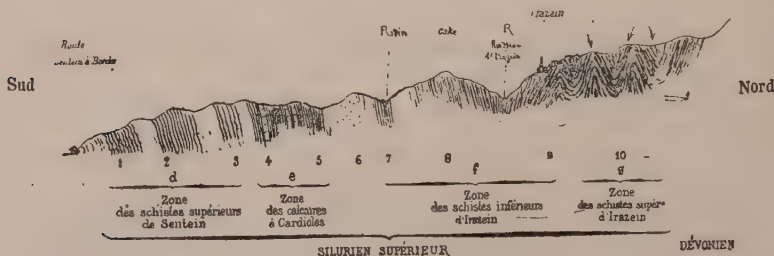
D'autre part, la discordance entre les assises 12 et 13 établit une démarcation entre le silurien et le dévonien.

Coupe prise sur le chemin de Sentein à Irazein.

Cette coupe, destinée à compléter les précédentes, accuse l'existence d'un horizon calcaire (*calcaire à cardiola interrupta*), entre les schistes de Sentein et ceux d'Irazein. En outre, la série s'étend un peu plus vers le haut et monte jusqu'au dévonien.

Zone des schistes supérieurs de Sentein. — Au début, la succession ressemble beaucoup à celle déjà vue en amont de Sentein, au-dessus des schistes à crinoïdes; comme là, ce sont des alter-

Fig. 75. — COUPE PRISE SUR LE CHEMIN DE SENTEIN A IRAZEIN (au $\frac{1}{45,000}$ env.).



nances de schistes argileux, plus ou moins ardoisiers, imprégnés d'hydroxyde de fer et de matières charbonneuses qui leur donnent une coloration jaune ou noirâtre; seulement ils sont plus froissés, plus ondulés, et on ne saurait mieux les comparer qu'à des étoffes violemment chiffonnées; quand la surface des roches est polie par les eaux on voit ces plis se pénétrer les uns les autres et s'emboîter sous des angles parfois très aigus. Fréquemment ces roches schisteuses sont coupées par des filons de quartz, tantôt stérile, tantôt, et le plus souvent, accompagné de substances métalliques: les pyrites, particulièrement, se montrent à profusion, soit en mouches, nodules, filonnets, soit disséminée çà et là sans ordre apparent. Les nodules qui ressemblent à de grosses boules emballées dans les schistes, ne tardent pas à être arrachés sous l'influence des gelées et alors, partout où les schistes à sphéroïdes viennent affleurer, leur

surface est comme criblée de cavités plus ou moins arrondies comparables à celles qu'aurait laissées la trace d'un boulet de canon ; de Bordes à Sentein, cette particularité se présente fréquemment le long de la route.

Ces schistes ampéliteux se signalent en outre par l'état d'altération de leur surface ; comme dans presque toutes les régions siluriennes, ils sont recouverts d'efflorescences blanches et jaunâtres, vitriols et aluns naturels, provenant de l'oxydation lente des pyrites sous l'influence de l'air et de l'eau et de leur réaction sur les silicates alumineux qui constituent, en grande partie, la masse de ces schistes : c'est là l'origine de plusieurs dépôts de fer ocracé et limoneux, de brèches dans lesquelles un ciment de fer hydroxydé empâte des fragments de schiste, et enfin de nombreuses sources ferrugineuses, parfois arsenicales comme celles de Sentein, qui trahissent leur présence par la teinte de rouille qu'elles communiquent à leurs canaux d'écoulement.

Les alternances sont nombreuses dans cette formation et les variations lithologiques assez fréquentes. Nous y distinguerons seulement trois assises :

4. — Schistes carburés et schistes ferrugineux avec filonnets de quartz et boules pyriteuses.
2. — Schistes carburés renfermant des veinules de lithomarge et des traces d'hématite.
3. — Schistes argileux noirâtres à graptolites ; ces fossiles se rapportent à ceux que nous avons déjà vus dans la zone des schistes supérieurs de Sentein ; mais ils sont généralement moins nets ; le *Monograptus priodon* semble y prédominer.

Zone du calcaire à cardioles. — Plus tard, quand le chemin s'infléchit vers la gauche, un nouvel élément s'introduit dans la série ; c'est un calcaire ampéliteux riche en orthocères (*Orthoceras bohemicum*, *O. Fontani*, *O. pyrenaicum*, etc.), et contenant en outre des *Cyrtocères*, des *Leperditia* et de nombreuses *encrines*. Dernièrement j'y ai rencontré, en outre, la *Cardiola interrupta* ; je n'hésite donc pas à mettre cette zone sur le parallèle de Marignac, de Feuguerolles et par suite de Wenlock. C'est l'horizon le plus constant du silurien dans les Pyrénées et, comme on le sait, dans le reste de la France.

Ce calcaire, habituellement gris-cendré ou noirâtre, presque toujours de texture grossière et sali par des imprégnations ferrugineuses, est parfois friable au point de s'égrener facilement sous la pression des doigts comme une dolomie sableuse ou un grès à peine cohérent ; l'attaque par l'acide laisse un résidu assez considérable de couleur noire qui se comporte comme une matière anthraciteuse.

Cette donnée analytique, corroborée par la présence de veinules très nettes d'anthracite dans le calcaire à encrines de Pales de Burat, prouve que ces calcaires noirs doivent leur coloration à un pigment anthraciteux.

Ce niveau fossilifère n'a qu'une faible épaisseur; aussi, si on n'y prend garde, il passe complètement inaperçu, masqué sous la végétation et la terre arable. La main de l'homme tend, d'ailleurs, à la faire disparaître; d'autant plus que sa disposition en dalles au milieu de schistes peu résistants rend son extraction des plus faciles; aussi le trouve-t-on rarement en place, soit qu'on l'ait enlevé en défonçant les champs, soit que, les matériaux de construction étant fort rares dans ces parages, on l'ait utilisé pour clôturer les propriétés ou édifier des habitations champêtres. C'est surtout dans les murs en pierre sèche bordant le chemin d'Irazein qu'on peut étudier cette roche; on la verrait, d'ailleurs, en place en parcourant les champs qui sont au-dessus.

La puissance de ce dépôt est très variable; j'ai retrouvé ce niveau, très-réduit il est vrai, sur la droite dans la direction de Bonac; mais dans la combe qui est à gauche, je n'en ai pas vu de traces, pas plus que sur les serres qui sont au nord de Sentein. Ce niveau précieux manque donc de continuité et n'a ni l'épaisseur ni la constance qu'il présente dans la Haute-Garonne; par contre, dans ce dernier pays les schistes argileux sont moins développés.

Il résulte de ce qui précède que, entre les schistes supérieurs de Sentein et les schistes d'Irazein, viendra s'intercaler une assise que la coupe précédente ne nous avait pas donnée. Voici en résumé sa diagnose :

4. — Calcaire noir ou gris-cendré, à pigment anthraciteux, renfermant la *Cardiola interrupta* et de nombreux orthocères (*Orthoceras bohemicum*, *O. Fontani*, *O. pyrenaicum*, etc.), quelques *Cyrtocères*, des *Leperditia*, des encrines. — Horizon de Marignac, de Feuguierolles et de Wenlock.
5. — Alternances de schistes argileux, parfois à *graptolites*, et de bancs calcaires, en partie cachés par la végétation et les éboulis; sur un parcours de 20 mètres environ, le calcaire forme dans les schistes cinq ou six bancs dont l'épaisseur, toujours très réduite, ne dépasse guère un décimètre et quelquefois se tient même au-dessous de cette limite.
6. — Des terres rougeâtres viennent ensuite masquant complètement la nature sous-sol. Il est probable qu'elles correspondent à la décomposition de calcaires très ferrugineux.

Zone des schistes d'Irazein. — Au-dessus de cette zone calcaire viennent les schistes d'Irazein à pâte assez fine et à fissilité assez

prononcée. Comme les précédents, ils sont fréquemment traversés par des filons de quartz amenant presque toujours des pyrites et déterminant quelques perturbations dans le pendage et la direction des couches. Ils renferment, avec le *Monograptus priodon* et le *Monograptus spiralis* déjà trouvés au-dessous du calcaire, de nombreux spécimens de *Monograptus Nilssoni* et de *Retiolites Geinitzi*. On trouve plus particulièrement cette faunule près de l'Oske d'Irazein, aussi au-dessus d'Antras et sur un mamelon qui descend vers la grand route, entre Sentein et Bonac. Nous avons déjà indiqué cette zone dans les serres au nord de Sentein où elle se confond avec la zone à *Diplograptus*; mais il n'y avait pas là interposition de calcaire à cardioles; ici, en montant vers l'Irazein, nous trouvons donc un terme de plus, les *schistes supérieurs* d'Irazein.

* Les schistes de cette zone plongent d'abord vers le nord; mais au voisinage du dévonien ils changent de pendage et éprouvent quelques ondulations. Voici leur légende explicative :

7. — Schistes carburés pyritifères.
8. — Schistes carburés, subardoisiers, à *Monograptus Nilssoni* et *Retiolites Geinitzi*; en outre, *Monograptus priodon* déjà rencontré dans des couches inférieures. Les fossiles se trouvent surtout à 30 ou 50 mètres au-dessous de l'Oske d'Irazein, sur le versant de Sentein.
9. — Schistes noirs pyriteux avec rares *graptolites*; ils plongent au-dessous d'Irazein.
40. — Au-delà de ce village (à 300 ou 400 mètres environ), schistes rous-sâtres ou brunâtres à nodules argilo-siliceux, très durs, très compacts, renfermant des *graptolites*, des *orthocères*, des *encrines*.

Ces schistes à nodules forment le dernier terme de la série silurienne, au moins dans le Biros.

Dévonien. — Ils sont immédiatement en contact avec des schistes argileux, des calschistes; les marbres colorés du dévonien supérieur se trouvent quelques mètres plus loin.

Conclusions. — Il ressort de l'analyse de cette coupe qu'on a, du haut vers le bas, la succession suivante :

Schistes d'Irazein. 2^o Horizon supérieur. — Schistes à nodules (*graptolites*, *orthocères*, *encrines*)

4^o Horizon inférieur (déjà vu). — Schistes à *Retiolites*...

Calcaire à *Cardiola interrupta* et *Orthoceras bohemicum*.

Schistes supérieurs de Sentein (déjà vus). — Schistes à *Diplograptus*.

Conclusions sur les coupes du nord de Sentein.

Parallélisme des coupes. — Aucune des coupes précédentes ne donne la série au complet, soit qu'il y ait réellement des lacunes,

soit que des obstacles naturels ne permettent pas de faire des observations suivies.

Pour établir la succession générale, il m'a paru utile de mettre en regard, dans un tableau d'assemblage, les quatre coupes ci-dessus décrites ; les assises les plus importantes y sont seules indiquées ; en outre, pour faciliter la comparaison, les niveaux équivalents ont été désignés par une même lettre, aussi bien dans le tableau synoptique que dans les diverses coupes.

	1 NORD DE SENTEIN	2 CHEMIN D'IRAZEIN	3 ROUTE DE BONAC A LASCOUX	4 LASCOUX ET BALACET
g	.....	Sch. noduleux à <i>Graptolites</i>.	.....	.....
f	Schistes à <i>Retiolites</i> <i>Geinitzi</i> .	Schistes à <i>Retiolites</i>.	.....	Schistes à <i>Retiolites</i>
e	.....	Calcaire à <i>Cardiola</i> <i>interrupta</i>.	.....	Zone du calcaire à <i>Cardiola</i> .
d	Sch. à <i>Diplograptus</i> <i>palmeus</i> et <i>M. priodon</i>	Sch. à <i>Monograptus</i> <i>priodon</i>.	.....	Schistes carbonés.
c'	.....	.....	.....	Zone de Semiac à <i>Trinucleus</i> et <i>Orthis</i> .
c	.....	.....	Eurilites et schistes argileux.	Altern. d'eurilites et de sch. argileux.
b	Sch. à <i>Monograptus</i> <i>colonus</i>	.....	Grauwackes et sch. à <i>M. colonus</i> .	Sch. à <i>Monograptus</i> <i>colonus</i> .
a	Sch. à <i>Crinoïdes</i> et à <i>Cystidées</i>.	.....	Sch. à <i>Crinoïdes</i> et à <i>Cystidées</i>.	.....

Succession générale. — La discussion de ces coupes donne la succession suivante, succession qui a été d'ailleurs contrôlée par des observations faites en d'autres points ; je compléterai cette série par les horizons rencontrés en amont de Sentein.

- $\left\{ \begin{array}{l} S^5c. — \text{Schistes d'Irazein.} \\ S^5b. — \text{Calcaire à cardioles} \\ S^5a. — \text{Sch. sup de Sentein.} \end{array} \right. \quad \left\{ \begin{array}{l} g. — \text{Schistes noduleux à graptolites, orthocères.} \\ f. — \text{Sch. à Retiolites Geinitzi, Monogr. Nilssoni, M. priodon.} \\ e. — \text{Calc. ampél. à Cardiola interrupta et Orthis bohemicum.} \\ d. — \text{Sch. à Diplograptus palmeus et Monograptus priodon.} \\ c'. — \text{Zone fossilifère de Semiac à Trinucleus et Orthis.} \end{array} \right.$
- $\left\{ \begin{array}{l} S^2c. — \text{Sch. infér. de Sentein.} \\ S^2b. — \text{Série schisto-calcaire de l'Isar, avec prédominance de calcaires à la base.} \\ S^2a. — \text{Schistes carbonés inférieurs à graptolites dendroïdes de la vallée d'Orlé.} \end{array} \right. \quad \left\{ \begin{array}{l} c. — \text{Alternances de schistes argileux et d'eurilites.} \\ b. — \text{Grauwackes et schistes à Monograptus colonus.} \\ a. — \text{Sch. à crinoïdes et à cystidées (Echinosph., Scyphocrinites).} \end{array} \right.$
- $S^1. — \text{Schistes argileux et grès.}$
A. — Phyllades satinés et schistes pétrosiliceux.

VALLÉE DE L'IZAR

La vallée de l'izar est une gorge profonde qui suit une ligne tortueuse plusieurs fois brisée. Si on la remonte à partir du hameau du Pont, on la voit dominée, de part et d'autre, par des dalles de calcaire et des schistes ardoisiers. Vers Fréchendeich, ces dalles atteignent des dimensions considérables dépassant parfois 20 et 25 mètres carrés de surface. Ce système est très développé ; aussi lui avons-nous donné le nom de Dalles de l'izar ; c'est ici, en effet, que cette zone se montre surtout avec le plus de netteté. Les fossiles y sont

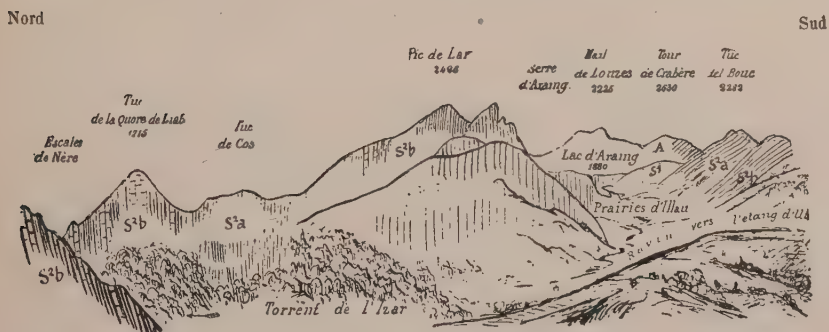


Fig. 76. — HAUTE VALLÉE DE L'IZAR
(Vue prise aux environs de la Chapelle).

rare ; néanmoins, çà et là, on peut recueillir des encrines et des fucoïdes.

La gorge s'incurve ensuite vers le sud, et, se rétrécissant de plus, laisse à peine place à un étroit sentier suspendu aux flancs de la montagne, surplombant même en quelques points le lit du torrent qui gronde au-dessous, dans un abîme dont l'œil ose à peine sonder la profondeur. C'est là le passage dangereux des Escales-de-Nère, sorte d'escalier glissant entaillé dans des roches noirâtres. De part et d'autre, des parois coupées à pic enserrant un défilé où seul le chamois pyrénéen, l'izar, ose s'aventurer pendant la mauvaise saison.

Une route forestière, ouverte récemment sur la rive opposée, met en évidence la constitution géologique de ces masses minérales ; elle recoupe constamment des schistes, des grauwackes, des calcaires cristallins, des calschistes lardés de veines de calcite et de filonnets de quartz.

Plus loin, la gorge s'élargit un peu et le sentier chemine à travers

des forêts ; dès lors, la végétation masque fréquemment la nature du sous-sol. Néanmoins, les écorchures de terrain mettent à nu, çà et là, des schistes carburés et ferrugineux dont la décomposition facile, déterminant la formation d'un peu de terre végétale, a permis aux essences forestières de prendre racine.

Ces roches carburées, qui sont d'ailleurs les mêmes que celles de Colderoux auxquelles elles se rattachent à travers le col des Cots, se poursuivent jusqu'à la chapelle de l'Izar.

Vers ce point la vallée se bifurque : une branche se dirige vers l'étang d'Uls et la Haute-Garonne ; l'autre, franchissant une série de terrasses occupées probablement autrefois par des lacs étagés, s'élève jusqu'à une belle nappe d'eau, le lac d'Araing, qui baigne la base du pic de Crabère. Le croquis ci-joint, pris aux environs de la chapelle de l'Izar, indique la constitution de la haute vallée et particulièrement de la crête qui la sépare de la vallée du Lez.

Après les *alternances schisto-calcaires* (S^{2b}) des Escalles de Nère et du Tuc de la Quore de Liat se montre, formant dépression, la *bande carburée* (S^{2a}) du Tuc de Cos, continuation de celle de Jos et Colderoux ; plus loin, les *escarpements calcaro-schisteux* (S^{2b}) du pic de Lar, déjà vus dans la haute vallée de Sentein et, cachés derrière ce pic, les *schistes noirs maclifères* de la serre d'Araing auxquels succèdent, au voisinage de la frontière, les *schistes siliceux, quartzites* (S¹) et les *schistes satinés* (A) du Crabère renfermant, au Mail de Cristal, un beau filon de quartz, dont les cavités recèlent des cristaux chlorités rappelant, malgré leurs dimensions moindres, ceux de l'Oisans, en Dauphiné.

En somme, dans ce trajet à travers la gorge sauvage de l'Izar, nous retrouvons toutes les zones déjà vues en amont de Sentein jusques au Bocard. Les zones plus méridionales et notamment celle du calcaire métallifère ne paraissent guère ici que sur le versant espagnol ; ce dernier horizon est particulièrement développé sur le plateau de Liat et au cap de Guerry, où il contient, comme à Chichoix, des gîtes importants de blende et de galène argentifère.

HAUTE-GARONNE

Nous étudierons, sous ce titre, la partie montagneuse du département et, de plus, la vallée d'Aran espagnole qui, au point de vue géologique comme au point de vue géographique, fait partie de la même région naturelle ; on sait d'ailleurs que la Garonne y prend sa source.

Topographiquement, cet ensemble se répartit en deux bassins, celui de la Garonne et celui de la Pique, tous deux très distincts jusqu'en dessous de Saint-Béat où ils viennent se confondre. Les terrains primitifs et paléozoïques y règnent à peu près sans partage et couvrent de vastes surfaces. En aval du confluent, sauf une courte réapparition à la base du pic du Gar, ils ne tardent pas à disparaître sous les sédiments jurassiques et crétacés qui accompagnent la Garonne depuis Sainte-Marie-de-Saléchan jusqu'à Montréjeau.

La région de la Haute-Garonne sera donc naturellement divisée en deux parties :

1^o Bassin de la Garonne ;

2^o Bassin de la Pique.

Le premier étant le plus rapproché du Haut-Salat, doit venir en première ligne.

BASSIN DE LA GARONNE

APERÇU GÉOGRAPHIQUE ET GÉOGNOSTIQUE

La vallée d'Aran espagnole, dépendance de la province de Catalogne, finit au Pont-du-Roi ; toutefois, elle ne peut guère être séparée de la vallée d'Aran française, qui s'étend de ce point jusqu'à Saint-Béat. Esquissons tour à tour l'une et l'autre région.

Vallée d'Aran espagnole. — La vallée d'Aran n'est autre, comme on le sait, que la partie haute du bassin de la Garonne, et, pour ainsi

dire, son cirque de réception, cirque d'ailleurs très vaste, hérissé de cimes hardies, que Durocher compare à celui de l'Oisans, en Dauphiné. Si des considérations politiques la font dépendre de l'Espagne, sa situation sur le versant nord de la chaîne, son régime hydrographique, ses débouchés naturels, la rattachent plutôt à la France avec qui elle est en continuels rapports.

Elle a pour limites : à l'ouest, le département de la Haute-Garonne, avec lequel elle communique par le col du Portillon ; au sud, la vallée de l'Esséra et celle de la Noguera-Ribagorzana, toutes deux tributaires de l'Aragón ; entre ce dernier pays et l'Aran, se dresse un puissant chaînon granitique entaillé par les ports de Viella et de Caldas ; à l'est, elle touche la vallée de la Noguera-Pallaresa, à laquelle aboutissent le col de Béret et le port de la Bonaigue ; au nord, enfin, elle est adossée aux Pyrénées ariégeoises relevant du canton de Castillon et à celles qui confinent au canton de Saint-Béat ; de ce côté s'ouvrent les ports d'Orle, d'Urets et de la Hourquette. A part ces échancrures, obstruées par les neiges une grande partie de l'année, le pays d'Aran n'a d'autre communication au dehors que par l'étroit défilé du Pont-du-Roi, le long duquel serpentent les eaux tumultueuses de la Garonne.

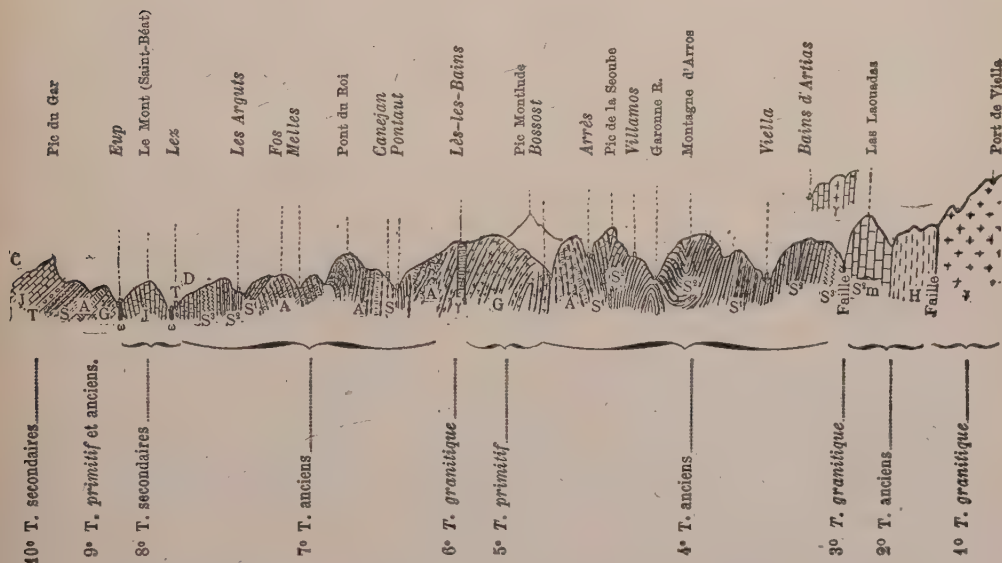
La haute barrière montagneuse qui forme l'enceinte de la vallée est jalonnée par un grand nombre de pics atteignant parfois une grande altitude ; parmi les points en relief, nous distinguerons, soit pour leur élévation, soit pour des raisons géologiques, dans la branche occidentale : Baccanère, la Cigalère, Poujastou, le Mail du Cric, Couradilles, l'Entécade ; au sud, formant en quelque sorte l'avant-garde des monts Maudits, le pic Poumère, la Fourcanade, et plus loin la cime du Montarto ; à l'est, se dessinent les montagnes de la Ruda, de Bassibié et de Peyreblanque ; au nord, enfin, se dressent le Mail de Bulard, le Mauberme, la Pyramide de Serre et le Tuc de Crabère, signal géodésique limitant à la fois le département de la Haute-Garonne, celui de l'Ariège et le pays d'Aran.

Bien modeste à ses débuts, la Garonne ne tarde pas à grossir, grâce aux nombreux affluents qu'alimentent les glaciers de la partie méridionale ; sur la rive gauche, la Ruda, le Rio-Colomès, le Rio du Valartias, le Rio-Negro, l'Artigue de Lin lui apportent tour à tour le tribut de leurs eaux torrentielles ; sur la rive droite, viennent s'aboucher avec elle l'Inola, ruisseau de Bagergues, le Rio-Barrados et le Toran, qui côtoie la frontière française. Tous ces cours d'eau forment autant de vallées secondaires ayant souvent une grande profondeur ; les premiers se détachent presque à angle droit du chaînon granitique bordant l'Aragon, les autres s'épanouissent grossièrement en éventail autour du massif des Armeros.

Dans son trajet à travers l'Aran, la Garonne change fréquemment de direction : coulant au début vers le sud-ouest, elle décrit ensuite un vaste demi-cercle pour prendre plus loin la direction du nord ; particularité remarquable, la Noguera-Pallaresa, qui naît à quelques pas d'elle sur le Pla de Bérêt, ligne de partage entre les eaux méditerranéennes et les eaux océaniques, suit une marche analogue, mais en sens inverse ; elle descend d'abord vers le nord-est, puis s'infléchit suivant un demi-cercle et se dirige finalement vers le sud à travers la haute Catalogne.

La vallée d'Aran est parsemée de nombreux villages se tenant pour ainsi dire par la main, presque tous coquettement bâtis sur les bords

Fig. 77. — DIAGRAMME INDIQUANT LES DIVERS TERRAINS TRAVERSÉS PAR LA GARONNE
Echelles : longueurs $\frac{1}{320000}$; hauteurs libres.



mêmes du fleuve, quelques-uns, néanmoins, le dominant à une certaine hauteur : Tredos, Salardu, Artias, Viella, chef-lieu de la vallée, Arros, Lasbordes ou Castelléon, Bossost, Lès-les-Bains, telles sont les principales localités qu'on rencontre en descendant le cours d'eau.

Vallée d'Aran française. — La Garonne entre en France par l'étroit défilé du Pont-du-Roi, dont le chemin et la rivière semblent se disputer la possession. Plus aval, la gorge continue encore, mais bien-

tôt les parois escarpées qui l'encaissent s'écartent graduellement, et à partir du hameau de Sèrial où débouche le torrent de Melles, la vallée s'élargit et les villages se multiplient : le long du cours d'eau ou dans son voisinage, Fos, Arlos, Lez ; sur les hauteurs de droite, les deux Arguts ; au fond, enfin, dans un passage resserré que surplombent deux gigantesques murs de marbre, la petite ville de Saint-Béat, surnommée « Porte de France. »

Avant d'étudier en détail les diverses parties de la vallée d'Aran, nous croyons utile de signaler, avec leurs traits les plus saillants, les principaux terrains que nous devons y rencontrer, et cela à l'aide d'un diagramme indiquant les divers horizons géologiques qui viennent affleurer sur les bords de la Garonne (fig. 77) ; toutefois, en amont de Viella, au lieu de suivre le cours flexueux et oblique de cette rivière, nous remonterons le Rio-Negro, dont la direction N.-S. se prête plus facilement à l'observation.

1^o *Bande granitique du port de Viella.* — Au port de Viella et sur la limite de la vallée d'Aran et de l'Aragon, passe un long chaînon granitique, hérissé presque partout de hautes cimes dentelées, véritable cordillère donnant asile à une multitude de lacs ; vers le couchant, il se rattache à la masse imposante des monts Maudits ; du côté de l'est, le granite ne dépasse guère le méridien du port de la Bonaïgue ; il est toutefois probable qu'il se poursuit en profondeur à travers la haute Catalogne, car on le retrouve, avec des caractères identiques, en Andorre et au massif de Font-Nègre, dans la Haute-Ariège. La roche dominante est un granite gris, homogène, à mica noir, se débitant en blocs polyédriques, maculé çà et là de taches noirâtres provenant le plus souvent de fragments englobés par la roche éruptive lors de son épanchement.

2^o *Terrains anciens du Rio-Negro.* — Au pied du chaînon granitique et enclavé entre deux failles, s'étend un lambeau paléozoïque variable comme allure et développement, mais dans lequel n'entrent guère que le terrain *houiller* et le *silurien* ; le houiller, représenté par des schistes argileux, des grauwackes schisteuses, des grès, toutes roches ayant habituellement une coloration noire très accusée, et en particulier sur les bords du Rio-Negro qui lui doit son nom ; en plusieurs points et surtout à la base de la Maladetta, des empreintes végétales y ont été signalées dès longtemps par plusieurs géologues, depuis Charpentier qui en fait le premier mention ; les déterminations récentes de M. Zeiller, s'appliquant à des échantillons recueillis par M. Gourdon, les rattachent définitivement au houiller.

Ce terrain, d'épaisseur variable, nous le verrons surtout au Plan

des Etangs, à la base même de la Maladetta, où il est comme enclavé entre deux murs calcaires appartenant au silurien moyen ; il passe de là au col des Aranais, entre la Fourcanade et le pic Poumère, descend ensuite dans la vallée du Rio-Negro où il prend un grand développement ; on le retrouve dans la direction des montagnes de Rious, au sud des escarpements de la Roca-Blanca et de Puyo-Albo. Je n'ai pas remarqué sa continuité plus loin ; peut-être a-t-il été emporté par la dénudation. C'est sur cet horizon que viennent probablement se placer les empreintes calamitoïdes signalées par M. Garrigou dans la région de Puymorens (Haute-Ariège).

Tout d'abord logé dans un pli synclinal du calcaire cristallin, il change d'allure vers l'est ; en effet, dans le Rio-Negro, la bande septentrionale de calcaire se montre seule, de sorte que le terrain houiller bute directement contre le granite ; plus loin, la grauwacke houillère ayant disparu, on ne trouve plus que les assises calcaires qui lui servent de soubassement ; vers le port de Bonaïgue, on voit même apparaître les schistes carburés inférieurs relevant les calcaires.

Le calcaire cristallin, plus ou moins dolomitique, qui accompagne fidèlement le terrain houiller, est à peu près identique à celui que nous avons trouvé dans le Saint-Gironnais, aux mines de Sentein et au port de Salau ; pour des motifs exposés à cette occasion, nous l'attribuons au silurien moyen. Il atteint souvent une grande altitude et présente les formes fantastiques habituelles à la dolomie.

La zone paléozoïque du Rio-Negro correspond stratigraphiquement à la zone de Puymorens ; toutefois, ici, c'est la base du silurien qui prédomine ; aussi les schistes l'emportent-ils de beaucoup sur les calcaires.

3° *Granite d'Artias*. — Le calcaire dolomitique du Rio-Negro vient buter par faille contre des schistes noirs du silurien supérieur ; plus à l'est, à Artias, cette faille est occupée par du granite analogue à celui du chaînon méridional. Le granite se retrouve également à Tredos et dans le massif de Rosario et de Marimaña. Je suis amené à penser qu'il correspond stratigraphiquement au pointement éruptif de l'Hospitalet dans la Haute-Ariège (fig. 6). Il semble tout d'abord que la différence des terrains en contact doive faire repousser cette assimilation ; à Artias, en effet, le granite bute, du côté nord, contre le calcaire silurien, tandis que celui de l'Hospitalet bute contre le terrain primitif, mais il aurait suffi que la voûte granito-gneissique placée au nord de cette dernière localité s'effondrât d'une certaine quantité avec le revêtement silurien qu'elle devait porter au début, pour amener au contact, comme à Artias, le calcaire et le granite.

4° *Terrains anciens de Viella*. — Dans la partie inférieure du Rio-

Negro et dans une large zone bordant la Garonne depuis sa source jusqu'aux environs de Bossost, se développent de puissants dépôts paléozoïques, plissés et ondulés parallèlement à la grande chaîne. Dans le trajet de notre coupe, nous trouvons tour à tour en série descendante : le *silurien supérieur* de la Sierra Cremada, représenté par des schistes noirs, ampéliteux, se rattachant, vers l'ouest, aux schistes fossilifères du col de Mounjoyo ; le *silurien moyen*, formé à sa partie supérieure par de puissantes alternances schisto-calcaires, et à sa base par des schistes noirs bien visibles aux environs de Viella ; plus loin, en aval de Migt-Aran, vient le *silurien inférieur ou cambrien*, représenté par des schistes argileux noirs, gris ou vert clair, qui alternent avec des quartzites.

Depuis Viella jusques en dessous de Lasbordes, la Garonne traverse uniquement du terrain silurien ; les alternances schisto-calcaires y sont particulièrement développées. Plus aval et aussi sur les hauteurs de Villamos et d'Arrès, les divers étages du silurien persistent encore jusqu'à Bossost.

Cette large zone, dont je viens d'indiquer la composition, est, comme je l'ai déjà dit, plissée parallèlement à la chaîne ; du côté sud elle forme un pli anticlinal, une sorte de voûte dont l'axe passe aux environs de Viella, du côté nord un pli synclinal, dont l'aile septentrionale vient s'appuyer sur le massif granito-gneissique de Bossost.

A quel horizon correspond-elle dans la Haute-Ariège ? Quoique ayant une composition bien différente, elle nous paraît être l'équivalent de la zone cristallophyllienne de Saliens ; ce serait le massif de Saliens descendu dans les profondeurs et ne montrant plus à la surface du sol que le manteau de terrains paléozoïques dont il était primitivement recouvert.

Nous avons déjà vu que la zone de Saliens était limitée au nord par la faille de Mérens ; ici aussi, une faille existe sur la bordure de cette zone paléozoïque, c'est la faille de Bossost.

Quant à la zone de Mérens et de Naguille (Haute-Ariège), elle ne se montre pas d'une façon distincte. Peut-être en trouverait-on des traces dans le massif du pic Montludé ; d'ailleurs, un simple jeu de voussoirs comme celui indiqué précédemment, suffirait pour expliquer son absence.

5° *Terrain primitif de Bossost.* — Entre Bossost et Lès-les-Bains se développe le terrain primitif constitué surtout par des gneiss ; il se rattache, vers l'ouest, au massif primordial des environs de Luchon ; dans la direction de l'est, il s'enfonce sous de puissants sédiments paléozoïques et ne reparait plus à jour qu'au fond de la

vallée d'Auzat (Haute-Ariège), d'où il gagne, par la vallée d'Aston, les montagnes d'Orlu, situées au sud d'Ax. Entre Bossost et Lès, les assises primordiales plongent vers le nord et se succèdent généralement en série ascendante; du côté sud, le gneiss est très relevé et bute par faille contre des terrains différents; à Bossost, en particulier, il est en contact avec des schistes carburés siluriens; il semble, par suite, que le terrain primordial affecte ici la forme d'une voûte ogivale qui se serait affaissée dans sa partie sud.

6° *Terrain granitique de Lès*. — A Lès-les-Bains, au voisinage des sources sulfureuses, masses considérables de pegmatite et de granite à mica blanc dominant sur la lisière septentrionale du terrain primitif et émettant dans son sein de nombreuses apophyses. A l'ouest, ces roches éruptives filent sur Luchon; dans la Haute-Ariège, on les retrouve avec la même composition, les mêmes accidents minéralogiques, le même cortège d'eaux sulfureuses, à Saint-Martin-d'Aston et surtout à Ax. D'ailleurs, comme divers géologues en ont fait la remarque, les relations stratigraphiques sont analogues. Il n'est donc point douteux que Luchon, Lès et Ax n'occupent la même position au même point de vue géologique.

Quoique formés surtout de granite à mica noir, les pointements de Cornave, de la base du Vallier, de Salau, des hauts massifs d'Ustou et d'Aulus, de Bassiès, paraissent appartenir au même horizon.

7° *Terrains anciens de la basse vallée d'Aran*. — En aval de Lès, retour des terrains paléozoïques; ils se succèdent généralement en série ascendante; toutefois, çà et là, des ondulations et des failles ramènent à la surface des assises plus anciennes. En descendant la Garonne, on trouve d'abord, formant le revêtement des schistes cristallins primitifs, le terrain *archéen* représenté par des phyllades gneissiques, des leptynolites, des schistes satinés avec développement de staurotide, de séricite et de matière pétrosiliceuse; ce terrain prend une grande extension dans le massif montagneux compris entre Lès et les Arguts; il se montre en particulier vers le château de Lès, au Pontaut de Canejan, dans le défilé du Pont-du-Roi, dans les montagnes de Fos, de Melles et d'Arlos; toutefois son développement n'est pas continu, car il présente, dans cet intervalle, maintes intercalations de cambrien et de silurien.

A partir des Arguts, la série est plus régulière et on trouve tour à tour : le *silurien inférieur* ou *cambrien*, constitué par des schistes siliceux, des schistes argileux, des grès; le *silurien moyen*, formé de schistes carburés que surmontent des alternances de calschistes et de schistes ardoisiers avec niveaux d'eurilite; le *silurien supérieur*, par des schistes carburés et du calcaire à orthocères et à cardioles. Par

delà, se montre le *dévonien*, affleurant au sud de Lez et à Ladvivert ; dans le haut, au Tuc de Pau, M. Louis Lartet a signalé la présence du *carbonifère*.

Un mince liseré de terrains secondaires passe à Lez : ce village, en effet, est bâti sur des roches rougeâtres, schistes, grès ou poudingues, relevant du *Trias*.

Cette large bande paléozoïque qui arrive jusqu'aux portes de Saint-Béat, correspond exactement à la bande paléozoïque du Biros à laquelle elle se rattache par la vallée du Ger et les hauts vallons de Saint-Lary ; à l'ouest elle passe dans le bassin de la Pique où nous la retrouverons.

8° *Terrains secondaires de Saint-Béat*. — La ville de Saint-Béat est adossée à un puissant calcaire marmoréen relevant du jurassique. Nous aurons l'occasion de revenir sur son compte ; disons seulement ici qu'il correspond à celui des environs de Seix et à celui de Bordes dans le Saint-Gironnais. Du côté sud, il est flanqué, comme dans cette dernière localité, d'une brèche de friction ; ce qui domine à Saint-Béat, c'est une brèche calcaire ; mais à Cierp, c'est un magma très complexe comme composition, d'ailleurs presque identique à celui de Bordes.

Au contact de la brèche de Saint-Béat se trouve une bande d'ophite (*ophite de Lez*), qui bute vers le sud contre le Trias. D'autre part, sur la lisière septentrionale, le calcaire marmoréen est en rapport avec un autre pointement ophitique (*ophite d'Eup*) qui le sépare du terrain primitif.

9° *Terrains primitifs et anciens de Géry et du Gar*. — En aval de Saint-Béat, c'est-à-dire dans le bassin de Cierp où viennent confluer la Garonne et la Pique, le terrain primitif prend un grand développement, et constitue presque entièrement la ceinture du bassin ; il se montre en particulier dans le piton rugueux de Géry que longe la route de Marignac à Saint-Béat, aux environs d'Eup à Chaum, où il forme le soubassement du pic du Gar, et sur l'autre rive de la Garonne dans le Som de Culo et le Som d'Olivet où il atteint une grande altitude.

Le gneiss y domine, mêlé à des calcaires cristallins et quelques autres roches primitives ; toutefois le granite et la pegmatite entrent pour une large part, mais comme éléments d'intrusion, dans la composition de ce système.

Ce terrain primitif, qui se place sur le niveau de celui de Castillon-Bethmale, est séparé du calcaire jurassique par une faille en partie remplie par l'ophite. Sur le terrain primitif du Gar sont disposés en étages successifs l'*archéen*, le *silurien* et surtout le *silurien supérieur* fossilifère, et peut-être le *dévonien*.

40° *Terrains secondaires du pic du Gar.* — Au-dessus de ces terrains anciens se montre le *trias* et enfin, formant les escarpements terminaux de cette belle montagne, le *jurassique* et le *crétacé* inférieur.

Tous ces terrains primaires ou secondaires descendent d'ailleurs dans la vallée où ils viennent affleurer le long de la Garonne ; d'autre part les derniers d'entre eux constituent presque, à eux seuls, toute la région comprise entre le pic du Gar et Montréjeau.

Nous devons rapprocher naturellement ces terrains de ceux qui se développent en aval du massif primordial de Castillon-Bethmale dans la direction de Saint-Girons ; toutefois, ici les terrains anciens font défaut ; mais sur le méridien de l'étang de Lhers, on voit au nord d'un massif granitique qui est sur le prolongement de celui de Castillon, les termes les plus anciens de la série paléozoïque, c'est-à-dire l'archéen et le silurien (voir coupe 29).

Remarquons d'autre part que dans le bassin de la Garonne, comme dans le bassin du Lez, certaines zones de la Haute-Ariège font défaut, ou du moins ne sont pas apparentes, notamment la zone primitive de la vallée de l'Arac que nous avons vu s'arrêter à Lacourt ; leur absence pourrait s'expliquer par des dénivellations longitudinales qui auraient fait descendre les terrains dans les profondeurs, de sorte que nous ne verrions plus aujourd'hui à la surface du sol que les sédiments relativement récents qui les recouvrent.

Le tableau ci-dessous et le diagramme qui précède résument les diverses zones que nous venons de passer en revue ; j'ai mis en regard les principaux points qui les jalonnent dans le bassin de la Garonne ; d'autre part, les noms en italique s'appliquent à leurs références dans le Haut-Salat ou la Haute-Ariège :

- 1° *Terrain granitique du port de Viella.* — Monts Maudits, port de Viella, Montarto d'Aran, massif du Colomès, pic de la Bonaïgue — *Andorra*, pic de Font-Nègre (Haute-Ariège).
- 2° *Terrains anciens du Rio Negro.* — Plan des Etangs et Peña Blanca, pic de la Fourcanade, pic Poumero, pic de los Negros, Rio Negro supérieur, Rocablanca, Puyo Albo, hautes vallées d'Artias et de Tredos, vallée de la Ruda ; port de la Bonaïgue, haute Noguera entre Valencia et Alos ; pays de Tabescan ; nord d'*Andorra*, la *Soulane d'Andorre*, montagne de *Puymorens* (Haute-Ariège).
- 3° *Terrain granitique d'Artias* — Artias, Tredos, massif de Rosario et de Marimaña — *L'Hospitalet*.
- 4° *Terrains anciens de Viella.* — Montagne de l'Entécade, basse vallée de l'Artigue de Lin, Castelléon ou Lasbordes, massif de Montludé et de la Séoube, Arrès, Villamos, vallée de Barrados, Arros, Viella, Artias, vallée de Bagergues, Tredos, Source de la Garonne, Pla de Béret et

Rio du Puerto d'Orle, Montgarri, Bordes d'Isil et Haute-Noguera, pont de la Peña, Barranco del Puerto de Salau, *port de Salau, massif du Mont-Rouch*.

- 5° *Terrain primitif de Bossost.* — Montagne de Superbagnères, Bossost. — *Hautes vallées d'Auzat, défilé de Mérens et montagnes d'Orlu* (Haute-Ariège). NOTE : (Dans le large intervalle qui sépare les environs de Bossost de la Haute-Ariège, le terrain primitif est masqué par les sédiments anciens de la zone précédente, mais la continuation souterraine de la voûte de Bossost s'accuse par les plis anticlinaux qui se montrent sur le trajet de cette dernière zone, toutefois il est difficile de dire si ces plis correspondent à l'anticlinal de Bossost, identique à celui du défilé de Mérens, ou à celui des environs de Viella qui semble, bien qu'il soit différemment composé, être la continuation de l'anticlinal de Saliens).
- 6° *Terrain granitique de Lès.* — Luchon, Lès. — *Massif de Cornave, base du Vallier, Peyrot de Salau, hauts vallons d'Ustou et d'Aulus, Bassiès, Labail d'Aston, Ax.*
- 7° *Terrains anciens de la basse vallée d'Aran.* — Vallée de la Pique entre Luchon et Cierp, vallée de la Garonne entre Lès et Saint-Béat; vallée du Ger en amont du Couledoux, *vallée du Biros, vallée du Salat entre Couflens de Betmajou et Salau, etc.*
Sur le côté nord, liseré de Trias.
- 8° *Terrains secondaires de Saint-Béat.* — Nord de Cierp, Montagne d'Arri et le Mount de Saint-Béat, Couledoux, Portet d'Aspet; *Argein, Castillon, Bordes.*
- 9° *Terrain primitif de Géry et de Chaum.* — Cirque de Cierp et de Marignac (Som d'Olivet, Som de Culo, Chaum, Géry, Eup), pic du Gar (partie inférieure); *massif de Castillon et de Bethmale.*
Terrains anciens d'Estenos, de Saléchan, de Fronsac, du pic du Gar (partie moyenne).
- 10° *Terrains secondaires du pic du Gar.* — Siradan, Frontignan, pic du Gar (partie supérieure), Cagire, montagnes de Portet; *sud de la Bellongue, Balaguères et Engomer.*

La comparaison du diagramme qui précède (fig. 77), avec ceux déjà donnés à propos du Haut-Salat et de la Haute-Ariège, permet de suivre d'une région à l'autre les divers horizons géologiques, malgré les solutions de continuité qu'ils présentent à la surface du sol. Toutefois, la discontinuité est plutôt apparente que réelle, et semble résulter, au moins en ce qui concerne la zone de Bossost, d'un affaïssement général dans la direction de l'est.

Après cet aperçu d'ensemble indiquant les divers terrains qu'on rencontre dans le bassin de la Garonne, examinons en détail la partie espagnole et la partie française de ce bassin.

VALLÉE D'ARAN ESPAGNOLE

Dans le voisinage de la France, et plus exactement entre le Pont-du-Roi et Bossost, la vallée d'Aran est transversale par rapport à la chaîne; plus amont, la vallée, abandonnant la direction du méridien, s'infléchit graduellement vers l'est, jusqu'à devenir franchement longitudinale entre Viella et la source de la Garonne; au midi s'étendent un certain nombre de gorges orientées N.-S., comme l'était au début la vallée principale à laquelle elles aboutissent. On est donc amené, par de simples considérations topographiques, à distinguer dans la vallée d'Aran espagnole trois sections :

- 1° Une section inférieure ou septentrionale ;
- 2° Une section moyenne ;
- 3° Une section supérieure ou méridionale.

Leurs caractères géologiques sont aussi différents.

La première est ouverte dans les formations les plus anciennes, y compris le terrain primordial qui, d'ailleurs, ne se trouve que là.

La deuxième est presque entièrement dans le silurien moyen, sauf vers le sud où cet étage repose sur le cambrien et l'archéen.

La troisième, enfin, renferme des terrains paléozoïques normaux, des masses considérables de granite éruptif, indépendant du terrain primordial, et, en outre, une bande singulière de terrains anciens enclavée habituellement entre deux masses de granite; le terrain houiller est exclusivement cantonné dans ce lambeau intra-granitique.

Une quatrième section sera consacrée à la région du haut Pallas, qui correspond au cours supérieur de la Noguera-Pallaresa.

PREMIÈRE SECTION

Nous y comprenons la partie de la vallée comprise entre le Pont-du-Roi et Bossost; nous l'étudierons à l'aide de deux coupes prises l'une sur la rive droite, l'autre sur la rive gauche de la Garonne.

Coupe de la rive droite de la Garonne, entre Bossost et le pont de Bausen.

Cette coupe longe la rive droite de la Garonne jusqu'au pont situé au bout de la plaine de Lès (pont de Bausen); elle passe ensuite un instant sur la rive gauche.

On trouve successivement à partir de Bossost :

a. — *Gneiss feldspathique à mica noir*, traversé par de nombreux filons de *granite* et de *pegmatite*; les bancs, inclinés vers le sud dans le voisinage du Rio-Margaritad, plongent ensuite vers le nord; l'inclinaison, d'abord modérée (25 à 30 degrés), augmente graduellement et finit par se tenir

Nord

Sud

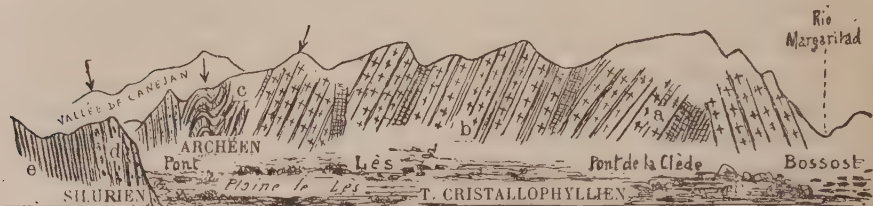


Fig. 78. — COUPE DE LA RIVE DROITE DE LA GARONNE
(Entre Bossost et le pont de Bausen).

constamment entre 60 et 80 degrés; la direction oscille entre S.-O. et O.-S.-O. Ce changement de pendage indique l'existence d'un pli anticlinal situé entre le pont de la Clède et Bossost.

b. — Du pont de la Clède à Lès, *gneiss grenus, rubanés, feuilletés*, se présentant en dalles plutôt qu'en bancs; leur allure est généralement très régulière, sauf au voisinage des *pegmatites*. A Lès, ces dernières roches, identiques à celles de Luchon et renfermant comme elles du mica palmé, constituent de puissants filons au contact desquels jaillissent des sources thermales sulfurées sodiques, analogues à celle de cette station balnéaire; par places, et probablement sous l'influence de ces roches éruptives, les gneiss prennent une teinte rouge et deviennent sériciteux.

Le pendage est nord, comme précédemment; la direction, voisine de O.-S.-O.

c. — Plus bas, se développent des *phyllades gneissiques*, des *schistes mica-cés*, des *schistes sériciteux*, des *phyllades satinés* gris ou bleuâtres que recourent des filons de quartz. Ce système m'a paru être en complète discordance avec celui qui précède; dans un ravin situé à l'est du pont de Bausen, les assises sont dirigées N.-S. et plongent vers l'est, sous un angle de 40 à 20 degrés.

d. — Par delà le pont et sur la rive gauche de la Garonne, se montrent des *quartzites* mêlés de *schistes noirâtres* dirigés E.-O. et plongeant vers le sud sous un angle de 70 à 80 degrés.

e. — Ils sont suivis de près par des schistes argileux noir-bleuâtre renfermant des lits de schistes carburés: c'est l'horizon des sources ferrugineuses des environs de Bausen.

Conclusions. — Ainsi, du sud au nord, se développent quatre zones différentes au point de vue lithologique :

- 1° Zone des gneiss ;
- 2° Zone des schistes satinés, pétrosiliceux ;
- 3° Zone des quartzites ;
- 4° Zone des schistes argileux.

La stratigraphie accuse aussi entre elles des différences qui peuvent être caractérisées ainsi qu'il suit :

1^{re} zone. — Allure régulière ; pendage Nord ; direction oscillant entre S.-O et O.-S.-O.

2^e zone. — Allure tourmentée ; pendage variable, parfois Est. D = N.-S.

3^e zone. — Allure régulière ; pendage Sud. D = E.-O. ou voisine de E.-O.

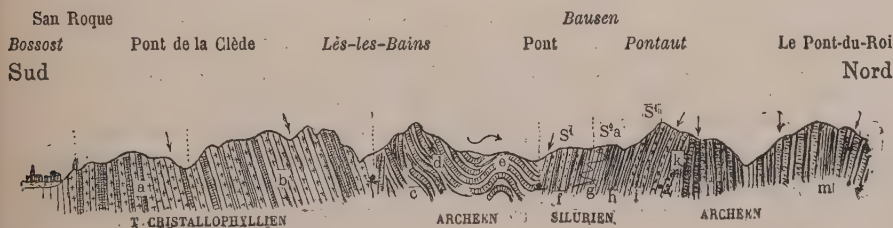
4^e zone. — id. id. id.

On est donc amené à rapprocher les deux dernières zones qui sont concordantes entre elles, et, d'autre part, à séparer la deuxième de ses deux voisines avec lesquelles elle est en discordance.

Coupe de la rive gauche de la Garonne entre Bossost et le Pont-du-Roi.

Cette coupe suit constamment la route de Bossost au Pont-du-Roi, sauf entre Lès et le pont de Bausen où elle prend un chemin à

Fig. 79. COUPE DE LA RIVE GAUCHE DE LA GARONNE ENTRE BOSSOST ET LE PONT-DU-ROI
(au $\frac{1}{80000}$)



l'ouest de la Garonne ; elle se tient, d'ailleurs, toujours sur la rive gauche du torrent.

a. — En dessous de Bossost, et plus particulièrement en aval de la chapelle San-Roque, grand développement de *gneiss gris à mica noir*, tantôt rubané, tantôt grenu ; il est traversé par des filons de *granite gris à mica noir*, analogue à celui du chaînon méridional et des filons de *pegmatite* qui ont englobé des lambeaux de gneiss et ont développé dans leur voisinage de la *séricite*.

b. — Entre Bossost et Lès, même système ; l'allure des couches est

généralement très constante : le plongement a toujours lieu vers le nord, sous une incidence variant entre 65 et 75°; la direction oscille entre S.-O. et O.-S.-O.

c. — Dans une gorge qui s'ouvre à l'ouest de Lès vers la montagne des Trois Courets, *phyllades gneissiques* analogues à ceux des environs de Luchon, *schistes pétrosiliceux*, *schistes micacés* avec nodules, *schistes satinés*, parfois sériciteux, traversés par de nombreux filons de pegmatite, de hyalomicté et de quartz, toutes roches se rattachant à une même éruption granulitique; au contact ou au voisinage de ces roches internes, développement d'andalousite, de wernérite, de grenat, de séricite, de mica. Les schistes micacés renferment de nombreux nodules d'une roche quartzofeldspathique, affectant souvent la forme de cailloux roulés. L'allure de tous ces schistes est généralement très tourmentée.

d. — Plus haut, dans la même gorge, *schistes et grès sériciteux*, gris ou blancs, mêlés de *phyllades satinés* noir-bleuâtre ou grisâtre, à surface finement ondulée. Les couches sont habituellement très relevées, mais la valeur de l'inclinaison n'est pas constante; leur direction oscille autour de E.-O., avec un écart de quelques degrés vers le nord ou le sud.

e. — En aval de Lès, *schistes sériciteux* plongeant vivement vers le nord; plus bas, l'inclinaison diminue et finit par changer de sens; les perturbations continuent sur une longueur de quelques kilomètres.

f. — Aux abords du pont qui termine la plaine de Lès (pont de Bausen), le système précédent bute contre des *schistes siliceux* gris-cendré alternant avec des *quartzites schisteux*, ordinairement rougeâtres à la surface, le tout très relevé, mais plongeant vers le sud.

g. — *Schistes noirs* de Bausen avec sources ferrugineuses.

h. — *Phyllades bleuâtres*.

i. — Au Pontaut de Canéjan, *schistes siliceux* gris-cendré et *schistes satinés* alternant avec des *quartzites* gris traversés par du quartz blanc. La direction est E.-O.; d'autre part, le plongement est généralement dirigé vers le sud depuis le pont de Bausen.

k. — A 200 mètres en aval de Pontaut et en face Canéjan, *schistes pétrosiliceux* gris, vert très clair ou rose tendre, renfermant par places une amphibole verte radiée à peu près identique à la gédrite de Luchon. Sur le même point on trouve, mêlés à des schistes, des *grès siliceux* et des *poudingues à noyaux de quartz*.

l. — *Schistes sériciteux* traversés par de gros filons de quartz; ils plongent vers le nord.

m. — Aux abords d'une gorge qui remonte vers l'ouest, *phyllades noirs* subverticaux.

Ces diverses zones franchissent la crête séparant la vallée de la Garonne de celle de la Pique et descendent dans le bassin de Luchon : la première se retrouve à Saint-Mamet, la deuxième à Montauban, les deux autres à Juzet et à Sode; au nord de cette dernière localité existe une cinquième zone représentée par les dalles argilo-calcaires

de la Cigalère ; elle se montre aussi dans la vallée d'Aran au-dessus de Bausen, mais sans descendre jusqu'au niveau du fleuve.

La comparaison de ces zones avec celles des autres parties de la chaîne nous porte à les attribuer : la première au terrain cristallophyllien, la seconde à l'archéen, les autres au cambrien et à la base du silurien.

Ici, comme dans la coupe précédente, les trois premières zones sont séparées par une discordance ; il semble donc qu'il y ait lieu d'en faire trois groupes distincts : or, la première appartient nettement au terrain cristallophyllien, la troisième correspond au cambrien pyrénéen et par sa constitution pétrographique et par sa situation au-dessous de la zone des schistes carburés inférieurs ; la zone intermédiaire, zone des phyllades gneissiques et des schistes satinés pétrosiliceux, tient donc bien exactement la place de l'étage désigné par M. Hébert sous le nom d'Archéen, étage qui, malgré sa cristallinité, est nettement sédimentaire, ainsi que l'atteste ici, comme sur d'autres points, la présence de cailloux roulés.

DEUXIÈME SECTION

Notre deuxième section correspond à l'aile méridionale de l'anticlinal de Bossost ; nous y comprenons la large bande interceptée entre le parallèle de cette localité et celui de Viella. Dans ce parcours, la vallée de la Garonne est longitudinale, sauf au début.

Coupe entre Bossost et Villamos par Arrès.

Cette coupe, dirigée dans son ensemble N.N.O.-S.S.E., a été levée le long du pénible chemin de montagne qui conduit de Bossost à Arrès,

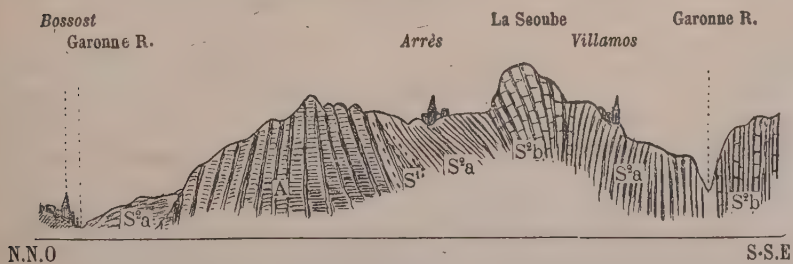


Fig. 80. — COUPE ENTRE BOSSOST ET VILLAMOS PAR ARRÈS
(échelle libre)

puis de ce point à Villamos, villages aériens dominant la Garonne à une grande hauteur.

Après avoir franchi des schistes argileux carburés (S^{2a}) donnant aux champs de Bossost une teinte noire très accentuée, on trouve tour à tour :

A. — Grand développement de schistes semi-cristallins : phyllades gneissiques, phyllades satinés, schistes micacés noueux (*glimmerknotenschiefer* des Allemands), schistes micacés à staurotide ; le tout traversé par de nombreux filons de pegmatite et de quartz. Ce système, qui correspond à une région abrupte couverte de forêts, représente le terrain *archéen*.

S¹. — Schistes siliceux et quartzites souvent feldspathiques (*cambrien* ou *silurien inférieur*).

S^{2a}. — Schistes carburés d'Arrès habituellement chargés de graphite pulvérulent et de chiastolite blanche ; les sources ferrugineuses sont abondantes dans cette zone. Base du *silurien moyen*.

S^{2b}. — Système calcaro-schisteux du pic de la Seoube : calschistes gris ou blancs avec schistes subordonnés ; calcaire jaunâtre analogue au calcaire métallifère de la Haute-Ariège ; calcaires gris bleuâtres avec rubans siliceux leur donnant l'aspect des barégiennes. — Représente le *silurien moyen*.

S^{2a}. — Schistes noirs, parfois subardoisières, de Villamos. — C'est la réapparition de la zone d'Arrès.

Il résulte de la discussion de cette coupe que, d'une part, les termes de la succession sont les mêmes que dans la Haute-Ariège et le Haut-

Sud

Nord



Fig. 81. — VAL DU PORTILLON DU CÔTÉ DE BOSSOST

Salat ; d'autre part, nous y constatons ce fait important à savoir que le calcaire de la Seoube, qui n'est autre que le calcaire métallifère des environs de Sentein auquel il se rattache par le pic de Couiseca, le Mail Blanc, le plateau de Liat, repose sur une masse puissante de schistes carburés qui le séparent des quartzites cambriens ; il est donc plus récent que ces schistes carburés inférieurs appartenant, comme nous l'avons vu dans la vallée d'Orle (Haut-Salat), à la base du *silurien moyen*.

Depuis le Plan de Troy qui fait face au Portillon de Burbe, le regard embrasse les montagnes de la rive gauche de la Garonne, depuis Couradilles jusqu'à Poujastou et Baccanère, en même temps qu'il plonge

dans la vallée, particulièrement sur la partie comprise entre Bossost et Lès. En gravissant la montagne d'Arrès, j'ai pris, de ce point, un croquis qui figure la disposition des différents terrains ; on y voit l'Archéen (A) de Lès monter à Poujastou d'où il passe dans le bassin de Luchon, entre Lès et Bossost, terrain primitif (G) ; en amont de cette dernière localité et dans la montagne de Portillon, grand développement de l'Archéen (A), terrain que nous retrouverons dans le val de Burbe ; dans une dépression qui s'ouvre entre Bossost et San Antonio, terrain silurien, représenté à la base par des schistes carburés (S^2a) qui tachent de noir les champs de Bossost, dans le haut, par des schistes et calcaires (S^2b) qui montent au Mail de Criq.

Coupe entre Bossost et Viella.

Le long de la Garonne les relations des assises sont généralement moins nettes que sur les hauteurs, mais elles sont les mêmes que dans la coupe précédente, aussi nous-a-il paru inutile de les figurer.

Au début, en effet, mêmes terrains que dans les montagnes d'Arrès et de Villamos ; toutefois, les phyllades archéens et cambriens prennent un plus large développement le long du thalweg jusqu'à Lasbouredettes et aussi sur le chemin du Portillon, coupés presque partout par de puissants filons de pegmatites et de quartz, comme nous le verrons plus loin dans une coupe relative au val de Burbe ; les schistes carburés inférieurs se montrent à peine au niveau de la route ; pareillement les calcaires de la Seoube sont peu développés ; on les rencontre avant le confluent de la Garonne et de l'Artigue-de-Lin.

De Lasbordes en amont, alternances multipliées de calcaires et de schistes appartenant, d'après moi, au silurien moyen (fig. 2 de la coupe 84) ; les schistes carburés inférieurs se montrent dans les montagnes de Bellan et de Vilach et les quartzites et schistes cambriens aux environs de Migt-Aran, près de Viella, où nous les retrouverons dans une autre coupe.

Coupe entre Viella et la source de la Garonne.

Entre Viella et la source de la Garonne, la vallée est constamment ouverte dans le silurien moyen, soit dans les schistes carburés inférieurs qui sont à la base de cet étage, soit, et surtout, dans le puissant système calcaro-schisteux qui les surmonte ; les calcaires cristallins sont particulièrement développés dans la haute vallée, vers Artias et Tredos ; ils sont en contact vers le sud, avec des pointements granitiques (voir coupes 3 et 4 de la fig. 84).

Entre Tredos et la source de la Garonne, c'est-à-dire sur le chemin du col de Béret se développent de nombreuses alternances de calcaires cristallins et de schistes gris ou verts mêlés par places à des schistes noirâtres ; tout ce système est en rapport du côté d'Uña et de Bagergues avec des schistes argileux noirâtres, ardoisiers par places, me paraissant correspondre à l'horizon des schistes carburés inférieurs. Il semble d'après cela que le passage de ces schistes carburés aux calcaires métallifères se fasse par des alternances répétées de schistes et de calcaires.

TROISIÈME SECTION

Cette section comprend la partie de l'Aran qui est arrosée par les torrents qui descendent du chaînon granitique méridional. Les vallées transversales qui la constituent ont une structure à peu près analogue.

Coupe du Rio Negro entre le port de Viella et Migt-Aran.

Cette coupe, transversale par rapport à la direction générale des Pyrénées, suit la vallée du Rio Negro depuis la région avoisinant le port de Viella, puis, à partir de Viella, la rive gauche de la Garonne jusqu'au delà de Migt-Aran.

1. — *Granite* gris, à mica noir, formant le chaînon qui sépare la vallée d'Aran de l'Aragon ; sauf quelques taches noirâtres sur la lisière du

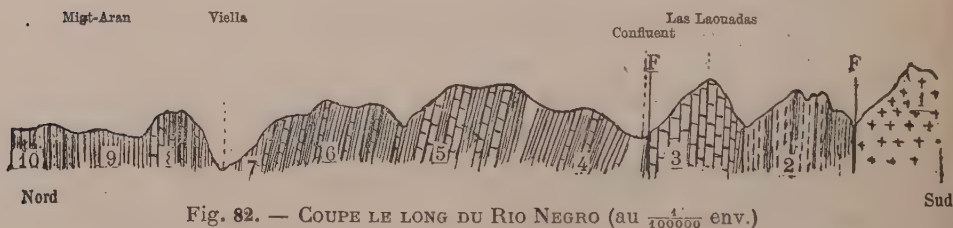


Fig. 82. — COUPE LE LONG DU RIO NEGRO (au $\frac{1}{100000}$ env.)

massif, il se poursuit avec une homogénéité remarquable sur de grandes distances ; vers l'est, il va former la masse des monts Maudits.

2. — *Alternances de grauwaques micacées et de schistes noirs à végétaux*. La grauwaque, habituellement noire, passe souvent au quartzite ; lorsqu'elle est grise, elle a le faciès des grès houillers du Plateau central ; dans cette zone, nombreux filons de quartz renfermant parfois des nids de cristal de

roche plus ou moins chlorité. C'est le prolongement du terrain houiller qui est au Plan des Etangs, à la base de la Maladetta.

3. — *Calcaire dolomitique* de Las Laouadas, renfermant aussi des cristaux de quartz. Il forme dans la haute vallée du Rio-Negro des escarpements abrupts affectant les formes les plus fantastiques. C'est l'horizon de la Peña Blanca.

4. — Vers le confluent du Rio Negro et du Barranco del Puerto, *schistes argileux gris-cendré* et *schistes noirs pyritifères*, mêlés de *calschistes* ; ce système est sur le prolongement des couches de Ribasette et du col de Mounjoyo (Haute-Pique) où l'on a signalé, dès longtemps, les fossiles du silurien supérieur ; il s'y rattache par la montagne de Las Cremadas.

5. — *Calcaires* en escarpements ruiniformes, mêlés de *schistes argileux* et de *calschistes*. Ces assises et celles qui suivent représentent le silurien moyen.

6. — *Alternances de schistes et de calschistes* : schistes argileux gris ou vert clair, parfois faiblement siliceux ; schistes lustrés, etc.

7. — *Calcaires* gris-cendré et *calschistes*.

8. — Aux abords de Viella, *alternances de calcaires et de schistes noirs sub-ardoisiers*.

9. — *Schistes noirs argileux* du nord de Gausach.

10. — Aux environs de Migt-Aran, *alternances de quartzites et de schistes siliceux*, représentant le cambrien.

En somme, la vallée nous a offert du haut vers le bas :

1° Une *bande granitique*.

2° Une *bande paléozoïque* (houiller et silurien moyen métamorphique) comprise entre deux failles et parfois, comme à Artias, entre deux masses granitiques.

3° Une *bande paléozoïque* dont les termes se succèdent en série descendante depuis le bas du Barranco del Puerto jusqu'en aval de Migt-Aran.

Coupe de L'Artigue-de-Lin.

La curieuse vallée de Lartigue-de-Lin qui, suivant certains auteurs, serait le berceau de la Garonne, présente à peu près la même structure que la vallée du Rio-Negro. Au sud d'abord, s'adossant au chaînon granitique (γ) des monts Maudits, se dresse la cime de la Fourcade, formée de calcaires cristallins (S^2b) (*); puis se développent tour à tour, le long de la vallée, le terrain houiller (H) du pic de los Negros, les calcaires de la Tuco Blanco et du pic de Salies (S^2b) placés sur le même horizon que ceux de la Roca Blanca dans le Rio-Negro, puis les schistes carburés supérieurs fossilifères (S^3) des environs de

(*) Elle ne paraît pas dans mon croquis, étant masquée par l'Entécade ; il en est de même pour la Tuco Blanco.

l'Hermitage et du col de Mounjoyo, analogues à ceux de las Cremadas ; plus au nord, le pic calcaire de Corbizon (S^{2b}) auquel fait pendant sur la rive gauche du torrent, la montagne de l'Entécade ; plus bas enfin, une série d'alternances calcaires et schisteuses (S^{2b}) descendant jusques à Castelléon. Un croquis que nous avons pris à

Nord

Sud

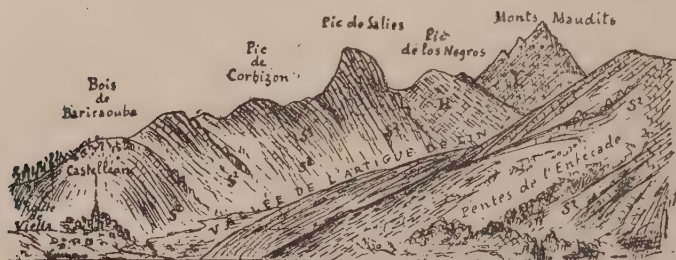


Fig. 83. — COUPE DE L'ARTIGUE-DE-LIN.

la hâte depuis la montagne de Villamos nous dispense d'entrer dans de plus longs détails (fig. 83).

On trouve donc tour à tour en descendant la vallée :

- | | | |
|--|---|---|
| 1 ^o Bande granitique : | Granite des monts Maudits. | |
| 2 ^o Bande paléozoïque surélevée | { Calcaire cristallin (S ^{2b}).
Houiller.
Calcaire cristallin (S ^{2b}).
Schistes carburés. | |
| 3 ^o Bande paléozoïque | | { Alternances calcaro-schisteuses (S ^{2b}). |
| | | |

Coupe entre Tredos et le port de Bonaïgue.

En remontant la Ruda, on trouve successivement (voir coupes 4, 5 et 6 de la figure 84) :

Calcaires de Tredos.

Granite massif.

Calcaire cristallin et métallifère.

Schistes argileux, carburés, plongeant vivement sous le calcaire.

De l'autre côté du port, entre l'Hospice de la Bonaïgue et Boren, schistes siliceux et poudingues à petits galets de quartz, se montrant sous l'assise précédente.

Au sud-ouest de ce point, on rencontrerait le granite du pic de la Bonaïgue, faisant suite à celui des monts Maudits.

Ici la bande paléozoïque du Rio-Negro est au contact du granite non seulement du côté sud, mais encore du côté nord ; elle mériterait donc le nom de « bande intra-granitique. » D'autre part, elle a une toute autre composition, comme on peut le voir en mettant en parallèle les n^{os} 5 et 2 de la figure 84 ; mais cette différence s'explique par un simple jeu de voussoirs.

QUATRIÈME SECTION

Nous ajouterons quelques mots sur le Haut-Pallas, partie supérieure de la Noguera Pallaresa, qui fait suite à la vallée ariégeoise du Salat. Déjà dans notre coupe (fig. 44), relative au tunnel international projeté entre ces deux pays, nous avons donné quelques renseignements sur le massif du mont Rouch et les environs d'Alos-Epina.

D'autre part, la coupe n^o 7 (fig. 84) signale les principales assises qui se développent depuis ce dernier village jusqu'à Valencia, le long de la Noguera-Pallaresa ; dans le trajet on ne trouve que du cambrien et du silurien moyen constitués comme dans la vallée d'Aran : les schistes y dominent mêlés à quelques quartzites ; le calcaire est très rare le long de la vallée ; d'autre part, le granite y fait absolument défaut. Vers le pont de la Peña, perturbations indiquant l'existence d'une faille.

Deux coupes plus occidentales passant, l'une par Bordes d'Isil (n^o 6, fig. 84), l'autre par Montgarri (n^o 5), nous montrent que la partie centrale de la région comprise entre la Noguera et la vallée d'Aran, région entièrement cambrienne et silurienne, est occupée par de puissantes masses de granite : ce granite analogue à celui des monts Maudits, forme les massifs sauvages et peu connus de Marimaña et de Rosario, continuation des îlots granitiques de Tredos et d'Artias ; dans leur voisinage les calcaires cristallins, plus ou moins métallifères, présentent un magnifique développement.

Rappelons que sur les bords du Rio-Bonaïgue, en amont de Valencia, les schistes sous-jacents aux schistes carburés inférieurs renferment quelques minces assises de poudingues à petits galets quartzeux.

Coupes parallèles de la vallée d'Aran et du Haut-Pallas (fig. 84).

Pour compléter cet aperçu sur la partie occidentale de la Haute-Catalogne, j'ajouterai une série de coupes transversales, sensible-

ment parallèles les unes aux autres et disposées en plans successifs; les quatre premières sont relatives à la vallée d'Aran espagnole, trois

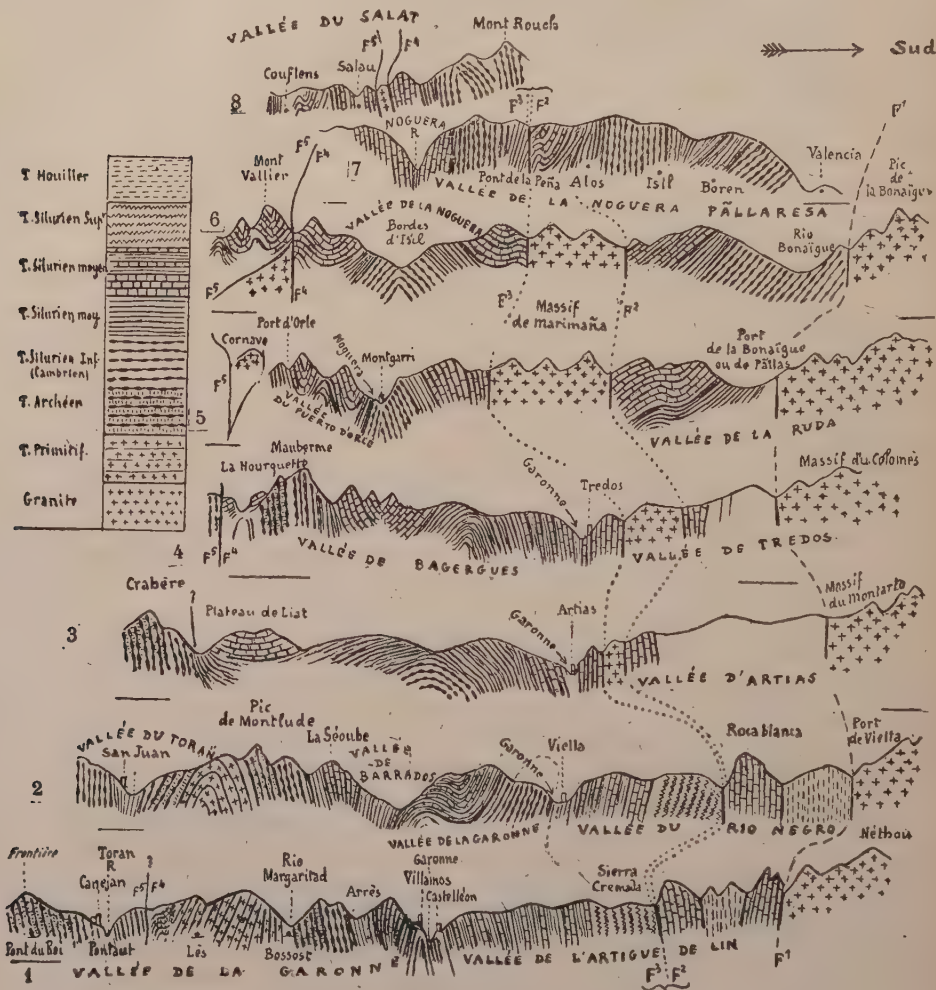


Fig. 84. — COUPES A TRAVERS LA VALLÉE D'ARAN ET LE HAUT PALLAS.]

autres à la partie du Haut-Pallas comprise entre Esterri et la source de la Noguera-Pallaresa; elles empiètent pour la plupart sur le territoire français, ce qui permet de les raccorder avec les coupes correspondantes du Haut-Salat. La dernière est le rappel de la coupe de

la vallée du Salat, dont j'ai donné le détail à propos du Saint-Gironnais.

Ces coupes, au nombre de huit, sont les suivantes :

1° *Entre le Pont-du-Roi et le Néthou* par la vallée de la Garonne et la vallée d'Artigue-de-Lin.

2° *Entre San-Juan de Toran et le port de Viella*, par les massifs de Montludé et de la Séoube, la vallée de la Garonne entre Arros et Viella, et la vallée du Rio-Negro.

3° *Entre le Tuc de Crabère et le massif du Montarto*, par le plateau de Liat, Artias et la vallée d'Artias.

4° *Entre le Tuc de Mauberge et le massif du Colomès*, par la vallée de Bagergues, Tredos et la vallée des Bains de Tredos.

5° *Entre le port d'Orle et le port de la Bonaïgue*, par Montgarri et le massif de Marimaña.

6° *Entre le Vallier et le pic de la Bonaïgue*, par Bordes d'Isil.

7° *Entre le port d'Aula et Valencia*, le long de la Noguera-Pallaresa.

8° *Entre Couflens et le mont Rouch*, le long du Salat.

La légende qui accompagne ces coupes me dispense d'entrer dans des renseignements circonstanciés.

Toutefois, je dois ajouter quelques explications résumant la structure de cette région :

Conclusions. — En mettant en parallèle ces diverses coupes, on peut voir que, du sud au nord, se succèdent, mais quelquefois avec des interruptions, les bandes ci-dessous :

1° *Bande granitique* des monts Maudits (nos 1 à 6 de nos coupes).

2° *Bande paléozoïque* de forme irrégulière, pincée soit entre deux masses de granite (3, 4, 5, 6), soit entre du granite et des terrains paléozoïques (1, 2), soit entre deux masses paléozoïques (7), mais toujours interceptée entre deux failles, faille de la Maladetta (F¹), faille du Lys ou d'Artias (F²).

Ce lambeau de terrains anciens, que l'on pourrait appeler *lambeau intragranitique*, a une composition et une allure variables suivant les points : le silurien y domine, accompagné de houiller ; toutefois, le cambrien s'y montre en quelques points ; le terrain primitif nulle part.

Vers le nord, il bute contre des terrains différents : silurien supérieur (1, 2), silurien moyen (7), granite (3 à 6) ; du côté sud, il est en relation constante, au moins dans la vallée d'Aran, avec le granite éruptif des monts Maudits et des montagnes de Viella.

Ce lambeau paléozoïque placé entre deux fractures a subi des bouleversements singuliers qui ont altéré les rapports des assises et provoqué la formation de plis nombreux : nous verrons que, sur le mé-

ridien de la Maladetta, l'archéen, le silurien inférieur et le silurien moyen plongent vers le sud, cette dernière assise se relevant au contact du granite pour former un pli dans lequel est logé le terrain houiller ; sur le méridien du Néthou les relations sont analogues ; mais au Rio-Negro (2), les calcaires du silurien moyen et le houiller plongent vers le sud ou sont dressés verticalement, l'aile méridionale du pli ayant disparu dans la faille ; au port de la Bonaigue (5), le silurien inférieur surmonté, au nord, des calcaires du silurien moyen, bute contre le granite, mais en plongeant vers le nord.

3° *Deuxième bande de granite éruptif* (3, 4, 5, 6) pincée entre les deux lèvres d'une faille ; parfois cette roche ne se montre pas au dehors, alors les deux lèvres (F² et F³) de la même faille viennent au contact (1, 2, 7).

4° *Deuxième bande paléozoïque*, accompagnée parfois de terrain primitif. Elle est limitée au sud par la faille d'Artias, au nord par une autre faille (F⁴), faille du Vallier (6), faisant buter soit les terrains paléozoïques contre le granite éruptif (8, 6, 5), soit les terrains paléozoïques entre eux (4, 4 ; ce dernier cas avec doute).

Cette large bande, dénuée de granite, présente parallèlement à la chaîne une série d'ondulations se résolvant surtout en plis synclinaux et en plis anticlinaux ; ceux-ci laissent voir parfois dans leur partie centrale le terrain primordial, par exemple à Bossost (1) ; le plus souvent pourtant ce dernier terrain est recouvert par des sédiments moins anciens, et alors la clef de voûte est formée soit par le cambrien, par exemple à Viella (2), à Montgarri (5), à Bordes d'Isil (6), au mont Rouch (8), soit, comme vers Bagergues (4), par le silurien.

5° *Troisième bande granitique*. — C'est à ce dernier horizon qu'appartiennent les pointements de Salau, du Vallier et de Cornave (8, 6, 5). Elle est limitée par les deux lèvres (F⁴, F⁵) d'une même faille.

6° *Troisième bande paléozoïque*. — Celle-ci, développée principalement sur le territoire français, est formée de la série normale des terrains anciens, en contact du côté nord avec les terrains secondaires, ce que nous n'avions pas encore vu dans la vallée d'Aran.

Dans la partie moyenne et inférieure de la vallée d'Aran, les divers horizons géologiques affectent, ainsi que je l'ai indiqué dans un travail antérieur, la forme « de zones grossièrement concentriques ou plutôt de demi-circuits dont la convexité est tournée vers l'est, tandis que leur base commune correspond à peu près à la ligne méridienne séparant la vallée d'Aran de celle de la Pique, » disposition qui ne peut se concilier avec la disposition en bandes longitudinales qu'en admettant, ce que l'observation justifie, que ces diverses zones se sont affaissées dans la direction de l'est.

VALLÉE D'ARAN FRANÇAISE

La vallée d'Aran française est beaucoup plus connue que la vallée espagnole, grâce surtout aux travaux de Leymerie qui en a donné plusieurs coupes, les unes générales, les autres détaillées (*).

Déjà lors de la réunion extraordinaire de la Société géologique à Saint-Gaudens, il avait montré la structure générale de la vallée en amont de Saint-Béat.

Plus récemment (1867), Zirkel a repris la coupe de Leymerie et l'a prolongée jusqu'au cœur du val d'Aran espagnol ; mais on ne peut pas dire qu'il ait beaucoup fait avancer la question (**).

J'admets d'une manière générale la succession telle que l'a établie le géologue toulousain, alors que la géologie pyrénéenne était encore dans l'enfance ; j'ai été toutefois amené à interpréter d'une manière différente les termes de la série silurienne, m'autorisant en cela sur la similitude lithologique et stratigraphique de ces assises avec celles du Biros, sur la continuation desquelles elles se trouvent placées.

**Coupe le long de la Garonne entre le Pont-du-Roi
et le pic du Gar (fig. 85 et 87).**

Quand on descend la Garonne à partir du Pont-du-Roi, on trouve tour à tour les zones suivantes :

- A. — Schistes satinés et pétrosiliceux**, parfois ardoisiers du Pont-du-Roi et de Melles, de couleur généralement grise ou verte, parfois noirâtre, renfermant en quelques points des traces de macles. Ces roches nettement rubanées forment presque exclusivement le massif montagneux compris entre l'Espagne et les Arguts ; toutefois, leur puissance, bien que considérable, est exagérée par un certain nombre d'ondulations ; l'allure des couches présente, en effet, quelques variations : au Pont-du-Roi elles plongent vers le sud sous un angle voisin de 90° ; plus bas l'inclinaison diminue graduellement et finit par changer de sens, de manière à former une voûte avant d'arriver à la tour du Sériol ; puis les couches se relèvent et, sauf quelques perturbations aux environs de Fos, reprennent leur pendage initial qu'elles conservent, avec une inclinaison de 70 à 80°, jusqu'au bord

(*) Voir mon *Analyse critique*, page 38.

(**) *Id.*, page 73.

d'un ravin au sud des Arguts; dans ce parcours la direction des schistes n'est pas constante : vers leur lisière nord, elle est de 40 à 20° sud (voir fig. 88).

S¹. — *Quartzophyllades gris ou rougeâtres et schistes argileux vert clair ou noirâtres.* — Ce système qui se montre sur la rive gauche du ravin des Arguts, est en discordance avec celui qui précède, car il plonge vers le nord sous une incidence voisine de 50° et sa direction moyenne est E.-O.

S^{2a}. — Le côté opposé du ravin est formé par les *schistes carbonés noirs ou bleuâtres d'Argut-Dessous* à texture fibreuse, frisée, maillée et

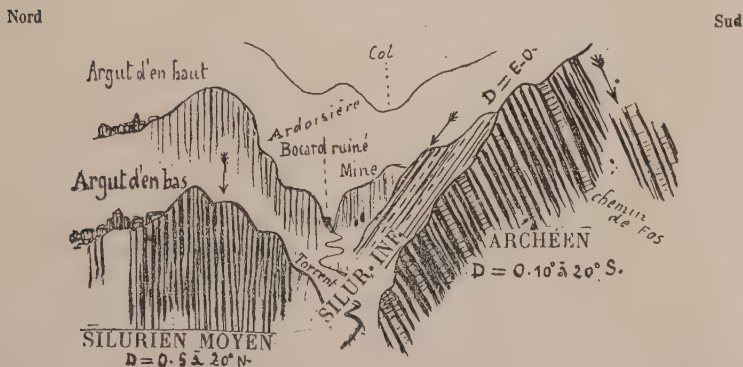


Fig. 85. — COUPE PRISE AUX ENVIRONS D'ARGUT.

renfermant par places des macles de chialtolite. Il semble aussi y avoir discordance entre ce système et le précédent; les schistes, en effet, sont à peu près verticaux et dirigés O., 5 à 20° N.

S^{2b}. — Plus loin se développent des *dalles calcaires*, grises ou jaunâtres, contenant des encrines, avec puissants *bancs ardoisiers* exploités en amont d'Argut-Dessous. Les fucoides ne sont pas rares dans ce système. On y trouve aussi la roche jaunâtre ou blanche désignée par Leymerie sous le nom d'Eurilite.

S^{2c}. — En descendant vers Saint-Béat, on rencontre tour à tour : des *schistes argileux*, peu cohérents, noirs dans l'intérieur, mais gris très clair ou même blancs à la surface; c'est à ce niveau que j'ai trouvé à Bachos, dans la vallée de la Pique, des graptolites et des scyphocrinites.

S³. — Puis *schistes noirs à graptolites indéterminables.*

Calcschistes ardoisiers alternant avec des bancs calcaires.

Calcaires grisâtres à orthocères, encrines et cardiola interrupta; horizon déjà connu depuis longtemps.

D. — *Calcaires amygdalins rouges et verts, à goniatites*; développés au sud du Lez. C'est un système assez puissant, formé de roches variées.

M. Lartet a trouvé au pic de Pan, au-dessus des Arguts, la zone carbonifère qu'il avait déjà reconnue dans le département de l'Ariège ; cet horizon ne paraît pas se montrer dans le bas de la vallée.

T. — *Poudingues quartzeux*, avec grès rouges et argilolites.

ω. — *Ophite épidotifère* de la Tour de Lez, avec oligiste et trémolite ; sur les bords, terres talqueuses à mauléonite.

μ. — *Brèche calcaire* de la carrière des Romains, en bancs verticaux, mais à stratification peu accusée ; elle est formée de très gros éléments, entièrement calcaires ; les fragments, toujours anguleux, sont habituellement composés de calcaire blanc très cristallin et pyritifère, aussi de calcaire moucheté de noir et de spath à larges lamelles ; le tout est noyé dans une pâte calcaire que parcourent fréquemment des veines de calcite rosée, provenant de sécrétions secondaires. Charpentier considère à bon droit cette roche curieuse comme une brèche de friction : elle est en effet formée d'éléments lithologiques que nous trouverons en place plus aval.

J. — *Calcaires cristallins de Saint-Béat* :

1. Calcaires rubanés gris, avec gros filons de pyrite de fer.

2. Calcaire très fétide à la cassure, blanchâtre, moucheté de noir ; nous en avons trouvé des fragments dans la brèche de la carrière des Romains ; la même roche se montre dans le massif calcaire de la Barousse.

3. Calcaire noirâtre pyritifère, à grosses couseranites noires.

4. Calcaire gris cendré, avec gros filon de pyrite de fer légèrement cuivreuse, et quartz cristallisé.

5. Alternances de calcaire gris friable (tuf des carriers) et de calcaire gris bleuté ; parfois il est blanc et saccharoïde. Ces calcaires sont exploités dans une carrière placée au-dessus de la vieille tour de Saint-Béat ; ils correspondent en tout point à ceux de la montagne d'Arri : même faciès, même direction, mêmes accidents minéralogiques ; au nord-ouest de Boutx, ces calcaires renferment (comme à Arri) de l'apatite, mais ici en beaux cristaux prismatiques.

6. Calcaires gris et blancs.

7. Calcaire gris cendré, pyritifère, souvent rubané à la surface.

Ici finit la montagne de Saint-Béat connue sous le nom de Mount et faisant face à la montagne d'Arri. En suivant le chemin d'Eup, on trouve un monticule formé de roches cristallines ; il correspond à celui de Géry, auquel il se rattache sous les alluvions de la Garonne.

G. — Les roches que l'on rencontre en se dirigeant, par le chemin d'Eup, vers la base du Gar, appartiennent toutes au terrain primitif ; voici les principales :

Gneiss à mica noir.

Calcaires cristallins : calcaire blanc légèrement nuancé de gris et de jaune clair ; il est mêlé d'un talcoïde blanc nacré et de pyrite. — Calcaire cristallin d'un blanc pur. — Calcaire gris, grenu, passant au cipolin. — Calcaire très effervescent, grenu, zoné par des matières brunes inattaquables à l'acide. — Calcaire vert clair et blanc avec

intercalation de calcaire grenu taché de vert. — Calcaire cipolin, chargé de mica.

Filon de *pegmatite* (4 ou 5^m de puissance) dans le voisinage duquel les assises ont éprouvé quelques perturbations.

Gros bancs de calcaire gris, parfois d'un blanc très pur; calcaire verdâtre.

Gneiss à mica noir.

Après un intervalle de 60 ou 80 mètres pendant lequel le sous-sol n'est pas visible, on rencontre sur le chemin un calcaire grenu, friable, mêlé de mica noir.

Jusqu'ici nous avons suivi le chemin d'Eup; au moment où il s'infléchit sur la droite, poursuivons à travers les prairies dans la direction du nord. On trouve alors les roches qui suivent :

Alternances de gneiss et de calcaires grenus. — *Gneiss à mica noir.* — Calcaire vert clair, dolomitique, très chargé d'amphibole verte. — Calcaire rubané par une matière verte. — *Gneiss à mica noir*, formant des escarpements au bord du ruisseau d'Eup. — Ensuite, terrain de transport au-dessous duquel se prolonge la série cristallophyllienne du monticule d'Eup pour aller donner la main à celle qui se trouve à la base du pic du Gar.

La coupé précédente nous conduit jusqu'à la base du pic du Gar. Dans notre aperçu géognostique et dans un panorama géologique (fig. 86), nous avons déjà indiqué la constitution générale de cette



Fig. 89. — REVERS SEPTENTRIONAL DU PIC DU GAR.

montagne. Le croquis ci-dessus montre comment est composé le revers septentrional de cette montagne. En suivant la rive droite de la Garonne, depuis Chaum jusqu'à Galié, on rencontre successivement tous les terrains dont se compose la masse du pic : d'abord le *terrain primitif* à Chaum, l'*archéen*, le *silurien* vers Fronsac, le *trias* à Frontignan, le *jurassique* avec ophite à Antichan et Ore, le *crétacé* à Galié.

Coupe du vallon de Marignac prolongée jusqu'à la Garonne.

Cette coupe, orientée nord-sud, part de la base des Pales de Burat, descend ensuite par Marignac jusqu'à la Garonne, à travers le piton de Géry. Dans ce trajet on trouve successivement :

- Silurien inférieur (cambrien).** — a. — Schistes satinés siliceux, avec pyrite magnétique.
 b. — Schistes bleuâtres veinés de quartz, et phyllades faiblement satinés.
 b'. — Schistes argileux roussâtres.
 c. — Schistes noirâtres, fibreux, présentant parfois des nodosités.
Silurien moyen. — d. — Alternances de calcaire gris ou roussâtre et de calschistes en dalles.
 e. — Schistes argileux gris cendré.
Silurien supérieur. — f. — Schistes carburés avec dalles de calcaire noir cristallin ; schistes argileux bleuâtres ; calcaire noirâtre ; c'est l'horizon bien connu des orthocères et de la *Cardiola interrupta*.
Dévonien. — g. — Schistes argileux roussâtres ; dalles minces de calcaire noirâtre ; calschistes terreux roussâtres ; schistes argilo-calcaires terreux, généralement de couleur marron ; calschistes argileux.

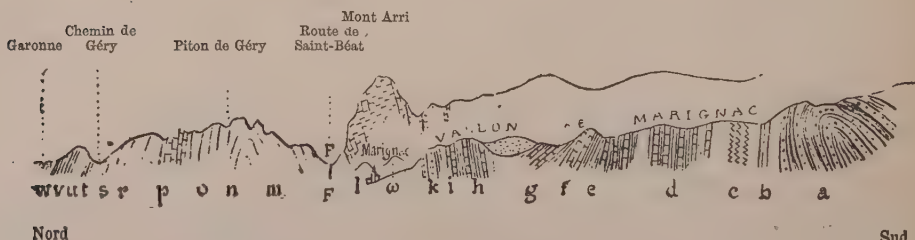


Fig. 90. — COUPE DU VALLON DE MARIGNAC.

- h. — Après un intervalle de 400 mètres environ, masqué par la végétation : calschistes terreux, noirâtres ; calschistes à encrines, de couleur fauve ou roussâtre.
 i. — Puis vient la série des marbres dévoniens : calcaire rosé veiné de blanc, à encrines ; calcaire gris phylladien, à phyllites vertes nacréées ; calcaire bréchoïde à encrines ; calcaire gris ou rosé à pâte fine et à cassure esquilleuse ; calcaire rouge marmoréen et calcaire blanc roussâtre ; calcaire rosé avec phyllites blanches nacréées.
Trias. — k. — Schistes rouges et argilolites du trias.
Ophite. — ω. — Ophite de la chapelle Saint-Martin.
Jurassique. — l. — Calcaire cristallin légèrement rubané ; calcaire

jaune pyritifère; calcaire marmoréen d'Arri, employé dans la statue.

Faïlle. — Vient ensuite une faille jalonnée par des sources minérales.

Terrain primitif. — m. — Gneiss à mica noir avec intercalation de gneiss gris et de gneiss leptynoïde, traversé par des filons de belle diorite pyritifère et de pegmatite en grandes masses.

Gneiss gris avec gros filon de pegmatite tourmalinifère à microcline, mica blanc et mica vert.

n. — Gneiss très micacés.

o. — Leptynites feldspathiques très rubanées.

p. — Calcaires cristallins alternant avec des bancs de gneiss. Voici le détail de cette assise intéressante : Calcaire rubané, riche en minéraux accidentels (feldspath, matière verte, celle-ci en rubans ondulés, etc.); calcaire blanc lamellaire; *gneiss*; calcaire friable, blanc, moucheté de jaune par de la limonite, modification épigénique de la pyrite; calcaire cristallin grenu, gris, taché de jaune, avec nombreuses mouches de pyrrhotine; calcaire blanc sale, renfermant beaucoup de granules cristallins; calcaire très grenu, friable, riche en inclusions cristallines; il alterne avec de minces bancs de gneiss amphibolifère.

q. — Gneiss grenu à mica noir.

r. — Roche rubanée à wernérite, montrant du graphite au microscope.

s. — Gneiss feuilleté à couleur grise.

t. — Au-delà de la route de Géry, calcaire grenu pointillé de noir; il est très rubané à la surface, très chargé de substances cristallines, et particulièrement de mica : c'est un véritable cipolin.

u. — Le calcaire passe insensiblement à des leptynites très fines de couleur sombre, bien grenues et à des leptynites grises, rubanées, très-cristallines.

v. — Plus loin on trouve le gneiss affleurant sur le bord de la Garonne.

w. — Diluvium de la Garonne, masquant le terrain cristallophyllien qui relie le piton de Géry à la base du pic du Gar.

NOTA. — Du côté sud, le silurien fossilifère reparait aux Pales de Burat à la faveur d'un pli synclinal dont l'aile méridionale repose sur la voûte archéenne d'Arlos. Les fossiles gisent dans un calcaire fortement ampiléteux connu depuis longtemps des géologues.

BASSIN DE LA PIQUE

APERÇU GÉOGRAPHIQUE

Le bassin de la Pique a vaguement la forme d'un grand rectangle irrégulier allongé du nord au sud : il confine vers l'est au bassin de la Garonne (vallée d'Aran française et espagnole), du côté du sud à celui de l'Essera (Aragon), vers l'ouest à celui de la Neste (Hautes-Pyrénées) ; aux environs de Cierp, il se confond avec le bassin de la Garonne.

Une haute ceinture montagneuse, s'ouvrant à peine du côté nord pour laisser passage à la Pique, l'entoure de toutes parts, servant de piédestal à des cimes plus ou moins hardies ; citons parmi elles soit à cause de leur altitude, soit en raison de leur constitution géologique : à l'est, les Pales de Burat, Baccanère, la Cigalère, Poujastou, le Mail de Crieg, Couradille, l'Entécade, toutes limitrophes de la vallée d'Aran ; au sud, confrontant à l'Aragon, le pic de la Mine, Sauvegarde, le pic Sacroux, les cimes de Maupas, de Crabioules, d'Oo, étincelantes de glaciers ; à l'ouest, sur la lisière de la vallée de la Neste, la crête des Spijols, le Montségu et le Montné de Luchon.

Plusieurs chaînons transversaux établissent dans le bassin de la Pique des divisions secondaires correspondant à des dépressions d'importance fort inégale, les unes étroites (gorges ou vals), les autres plus ou moins larges (vallées secondaires) : c'est ainsi qu'en allant du levant au couchant on trouve tour à tour, le long de la frontière méridionale, les vals de la Frèche, du port de Vénasque, de la Glère, la gorge de Bounéou, la belle vallée du Lys qui est séparée de la pittoresque vallée d'Oo par une longue crête que jalonnent le pic Quairat, la cime de Hount Sec et enfin le Céciré dont la montagne de Superbagnères forme le soubassement.

Il existe aussi un certain nombre de dépressions longitudinales : telles la haute vallée de la Pique (entre l'Hospice et le Pont du Ravi), la vallée du Lys dans sa partie inférieure, le val de Burbe, les vallées de Larboust et d'Oueil.

De rares passages, se réduisant parfois à de simples brèches, font communiquer le pays de Luchon avec les pays voisins : à l'est, donnant sur la vallée d'Aran, le col du Portillon de Burbe qui aboutit à Bossost, le col de Mounjoyo et le pas de l'Escalette qui conduisent dans la vallée de l'Artigue de Lin ; toutefois, la situation de ce der-

nier au voisinage du port de la Picade qui donne accès dans l'Aragon. lui ouvre une issue sur cette province ; la haute sierra limitant la Haute-Garonne vers le sud ne présente que des entailles très étroites, le port de Vénasque, le port de la Glère, le Portillon d'Oo ; à l'ouest, enfin, s'ouvrent sur la vallée du Louron, les cols de Peyresourde et de Peyrefitte.

Au point de vue hydrographique, la Pique, à partir de Luchon, se divise en deux bras : l'un continue vers le sud la direction du torrent, c'est la Haute-Pique; l'autre, d'une longueur aussi considérable, est l'Onne ou rivière du Larboust dans laquelle viennent se jeter les torrents d'Oueil et d'Oo.

APERCU GÉOGNOSTIQUE

La vaste région que nous venons de parcourir à la hâte est presque entièrement constituée par des terrains anciens ou primitifs; le granite y joue un grand rôle, surtout au voisinage de la frontière aragonaise. Dans le détail, ces divers terrains affectent une allure très irrégulière;

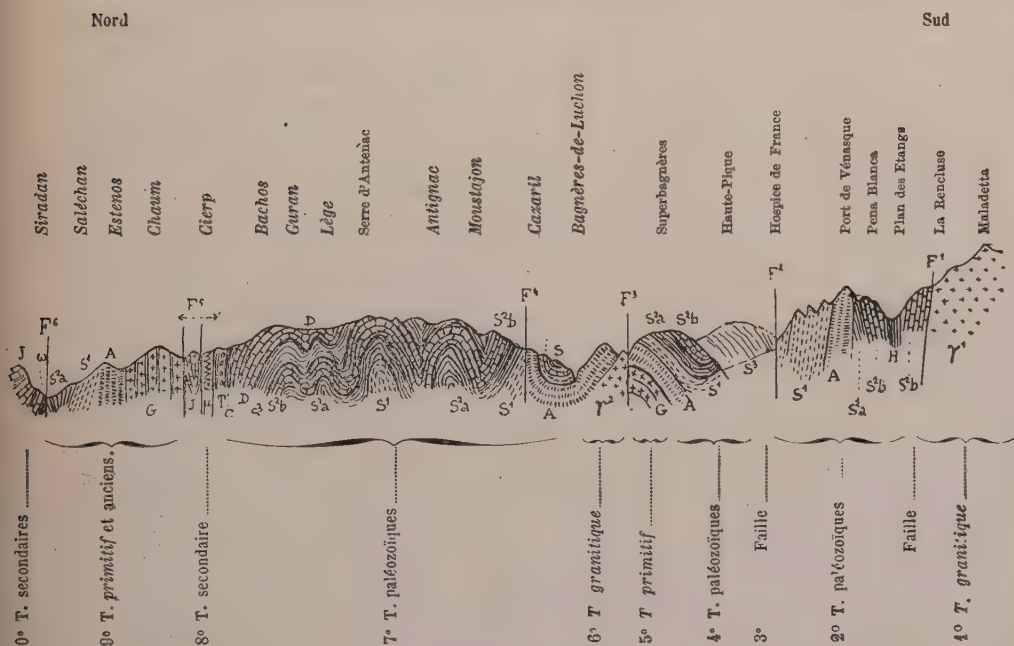


Fig. 91. — DIAGRAMME INDIQUANT LES TERRAINS TRAVERSÉS PAR LA PIQUE.
(Avec prolongement sur la vallée de l'Essera) au $\frac{1}{320000}$ env.

mais quand on néglige ces perturbations accidentelles liées à des soulèvements ou à des plissements locaux, on observe dans cet ensemble une certaine régularité : nous y voyons, en effet, ces terrains se présenter en bandes longitudinales, variant de l'une à l'autre comme composition, mais conservant habituellement leurs caractères sur de grandes étendues. Les zones sont d'ailleurs les mêmes que celles déjà vues dans la vallée d'Aran le long de la Garonne ; ce que nous en avons dit à ce propos nous dispensera d'entrer dans de longs détails.

Passons dès maintenant à l'examen de ces bandes. Une coupe nord-sud, levée le long de la Pique, avec prolongement sur l'Essera, nous donne tour à tour, en descendant vers Saint-Béat, les zones ci-dessous qu'on pourra suivre sur un diagramme :

1° *Terrain granitique de la Maladetta*. — Cette zone est formée de *granite massif* (γ^1), comme celle du port de Viella, dont elle forme la continuation.

2° *Terrains paléozoïques du port de Vénasque*. — Composés, comme ceux de la bande du Rio Negro, de *houiller* (H) et de *calcaires du silurien moyen* (S^2b) ; mais ici apparaît, en outre, le soubassement de ces assises : il est formé de schistes carburés inférieurs (S^2a), de *cambrien* (S^1) et d'*archéen* (A), ces derniers terrains étant disposés en voûte. Plus à l'ouest, vers les glaciers de Crabioules et d'Oo, les érosions ont mis à nu le *terrain primitif* sous-jacent.

3° *Faille du Lys*. — Le granite d'Artias n'est pas représenté ici ; nous avons vu, d'ailleurs, qu'il est sporadique dans la vallée d'Aran ; il est remplacé par une faille, *faille du Lys*, donnant issue, vers le pont du Ravi, à une source sulfureuse, particularité qui se retrouve à Artias.

4° *Terrains paléozoïques de la Haute-Pique*. — Correspondent à la bande paléozoïque de Viella ; on y trouve pareillement du *silurien supérieur* (S^3) fossilifère (environs de l'Hospice), du *silurien moyen calcaire* (S^2b), du *silurien moyen schisteux* (S^2a), du *silurien inférieur* ou *cambrien* (S^1), de l'*archéen* (A), tous terrains se développant entre l'Hospice et le val de Burbe et sur le flanc sud de Superbagnères.

5° *Terrain primitif de Superbagnères*. — Ces divers terrains s'étagent au-dessus du *terrain primitif* (G) qui forme la base de Superbagnères et l'entrée du val de Burbe ; il correspond à celui de Bossost.

6° *Terrain granitique de Luchon*. — Les sources sulfureuses de Luchon se rattachent à un pointement granitique (γ^2), composé surtout de pegmatites. Les conditions sont les mêmes qu'à Lès d'Aran.

7° *Terrains paléozoïques de la Basse-Pique*. — En aval de Luchon, les terrains anciens prennent un magnifique développement : on re-

trouve ici la série du val d'Aran français, mais affectée d'ondulations multipliées qui ramènent au jour à plusieurs reprises les mêmes assises : on y trouve l'*archéen* (A), le *silurien inférieur* (S¹), le *silurien moyen* (S^{2a}, S^{2b}), le *silurien supérieur* (S³), le *dévonien* (D), le *carbonifère* (C).

Ici comme à Saint-Béat, ces terrains paléozoïques sont surmontés d'un liseré de *trias* (T) ; d'autre part, ce que Leymerie a appelé le « magma de Cierp » tient la place de la brèche calcaire des environs de Lez ; il représente comme elle, et comme le magma de Bordes (Haut-Salat) avec lequel il a la plus grande analogie, une brèche de friction. L'ophite de Lez se trouve aussi représentée, mais vaguement, dans ce conglomérat singulier (μ).

8° *Terrain secondaire de Cierp*. — Le magma bute directement contre un calcaire cristallin (J) identique au calcaire marmoréen de Saint-Béat ; nous le rattachons comme lui au jurassique ; il est pincé entre deux failles. L'ophite d'Eup serait aussi représentée sur la bordure nord de ce calcaire.

9° *Terrains primitifs et anciens du Som d'Olivet et de Saléchan*. — Le terrain primitif de la plaine de Saint-Béat et de la base du Gar, et les terrains anciens qui s'étalent sur les flancs de cette montagne se retrouvent sur la rive gauche de la Garonne en aval de Cierp ; tour à tour viennent affleurer sur les bords de la rivière : le *terrain primitif* (G) du Som d'Olivet et de Chaum, l'*archéen* (A) d'Esténos, le *cambrien* et le *silurien* (S) de Saléchan et de Siradan.

10° *Terrains secondaires de Siradan*. — Une nouvelle faille, en partie occupée par l'ophite (ω) fait buter en stratification discordante ces terrains paléozoïques contre une masse considérable de terrains secondaires relevant les uns du jurassique (J), les autres du crétacé, tous terrains correspondant à ceux déjà vus au sommet du Gar et dans les montagnes d'Antichan et d'Ore. Les deux rives de la Garonne, de ce point jusqu'à Montréjeau, n'ont pas d'autre composition (fig. 89).

En résumé, depuis la frontière jusqu'à la plaine de Marignac, affleurent dans le bassin de la Pique (en y ajoutant le haut Essera), les zones suivantes qui ne sont autres que celles déjà reconnues dans la vallée d'Aran le long de la Garonne. J'ai mis à la suite les principaux points qui sont sur leur trajet, ceux de la vallée d'Aran étant en caractères italiques :

1° *Terrain granitique de la Maladetta*. — Port de Viella, Néthou, Maladetta.

2° *Terrains paléozoïques du port de Vénasque*. — En allant du sud au nord on trouve tour à tour :

Silurien moyen (bande calcaire méridionale). — La Fourcanade, pic d'Albe.

Houiller. — *Rio Negro*, pic Poumero, plan des Etangs.

Silurien moyen (bande calcaire septentrionale). — Peña Blanca.

Silurien moyen (schistes carburés inférieurs). — Sud du port de Vénasque.

Archéen. — Port de Vénasque.

Silurien inférieur. — Pic de la Pique.

La voûte archéenne du port de Vénasque s'ouvre vers l'ouest dans la région de Maupas, de Crabioules et d'Oo pour laisser paraître au jour le *Terrain primitif* sous-jacent.

3° *Terrain granitique.* — *Artias.* — Il n'existe pas ici ; sa place serait dans la faille du Lys ou de l'Hospice ; c'est sur cet horizon que se trouve la source sulfureuse du pont du Ravi.

4° *Terrains paléozoïques de la Haute-Pique* (S³, S^{2b}, S^{2a}, S¹, A). — *Environs de Viella*, d'Arros, Lasbordes ; Entécade, col de Mounjoyo, Hospice de France, Haute-Pique entre le pont du Ravi et celui de Lapadé ; versant sud de Superbagnères.

5° *Terrain primitif de Saint-Mamet.* — Bossost et Lès ; entrée du val de Burbe, base de Superbagnères.

6° *Terrain granitique de Luchon.* — Lès, Castelviél, massif de Soulan.

7° *Terrains paléozoïques de la Basse-Pique* (A, S¹, S^{2a}, S^{2b}, S^{2c}, S³, D¹, D³, C). — *Vallée de la Garonne entre Lès et Saint-Béat* ; vallée de la Pique entre Luchon et Cierp.

Cette bande est bordée au nord par une mince zone de *trias* (T) et par le *magma de Cierp* (μ).

8° *Terrain secondaire de Cierp.* — *Le Mount et Arri* de Saint-Béat, montagne de Cierp (J).

9° *Terrains primitifs* (G) et anciens (A, S). — *Pic du Gar* (partie inférieure et partie moyenne). — Rive gauche de la Pique et de la Garonne entre Cierp et Siradan.

10° *Terrains secondaires de Siradan* (trias, jurassique, crétacé). — *Pic du Gar* (partie supérieure), rive droite de la Garonne entre Frontignan et Montréjeau. — Rive gauche de la Garonne entre Sainte-Marie de Saléchan et Montréjeau.

A l'ouest de la vallée de la Pique, les terrains anciens ont éprouvé, par suite de soulèvements locaux (Cier-de-Luchon, Superbagnères), des perturbations qui compliquent dans le détail l'allure des terrains : je citerai comme accidents de ce genre la disposition circulaire des assises autour de Luchon, le rejet nord-sud éprouvé par le silurien supérieur entre Marignac et Cazaril, l'envahissement du dévonien sur la rive gauche de la Pique. Néanmoins, en faisant abstraction de ces particularités accidentelles, il est possible de retrouver dans les vallées occidentales de la Haute-Garonne les diverses bandes reconnues le long de la Pique.

Nous diviserons en quatre sections notre étude sur le bassin de la

Pique; toutefois, il nous arrivera de franchir les limites géographiques de ce bassin, pour faire quelques pointes dans les pays voisins, notamment dans la haute vallée de Vénasque (Aragon) et celle de la Barousse (Hautes-Pyrénées); vers le nord nous descendrons sur la rive gauche de la Garonne jusqu'aux environs de Siradan :

1° *Basse-Pique* ou vallée de la Pique en aval de Luchon.

2° *Haute-Pique* ou vallée de la Pique en amont de Luchon. En outre, haute vallée de l'Essera (région des monts Maudits).

3° *Vallées occidentales du bassin de la Pique* : vallées de Larboust, d'Oueil et d'Oo.

4° *Vallée de la Barousse* (Hautes-Pyrénées).

BASSE-PIQUE

OU VALLÉE DE LA PIQUE EN AVAL DE LUCHON

La partie de la vallée de la Pique comprise entre Luchon et le confluent de cette rivière avec la Garonne a été l'objet de plusieurs travaux : Durocher, Zirkel, Garrigou, Leymerie surtout en ont donné des coupes détaillées que j'ai analysées précédemment (*); je crois utile de les reprendre pour y introduire des modifications notables.

Pour plus de clarté nous suivrons d'abord la rive droite (A), puis la rive gauche (B).

A. — RIVE DROITE DE LA PIQUE.

Deux coupes lui seront consacrées : une coupe générale (fig. 92), indiquant la disposition des masses minérales qui se développent entre Luchon et la plaine de Marignac ; une deuxième présentant, mais en raccourci, la succession de ces masses au-dessus de Montauban (fig. 93).

1° Coupe levée le long de la Pique entre Luchon et Gaud.

Cette coupe générale, levée le long de la Pique, figure les divers terrains qui bordent la vallée du côté oriental ; par exception, avant

(*) Voir l'Analyse critique placée en tête de cet ouvrage (pages 25, 72, 74, 80).

Ces divers terrains ayant été déjà vus dans la vallée d'Aran, je me dispenserai d'insister davantage sur leur compte ; d'ailleurs, à propos de quelques-uns de mes coupes, j'aurai l'occasion de les montrer de plus près (*).

Examinons maintenant quelle est l'allure de ces divers terrains : Le *terrain primitif* (G) n'affleure qu'aux environs de Luchon et plus spécialement à Saint-Mamet ; il est recouvert, du côté de Montauban, par l'*archéen* (A) qui forme, entre Saint-Mamet et Juzet, un grand pli synclinal dans lequel sont logés les divers étages du terrain silurien, ainsi que nous le verrons dans une coupe spéciale. La cascade de Juzet correspond à une faille qui met en contact l'*archéen* avec le *cambrien* (S¹) qui se montre au nord de ce village ; mais ce terrain ne tarde pas à disparaître, il s'enfonce dans les profondeurs et vient émerger à Luret près de Cier, formant dans l'intervalle un grand pli où viennent s'emboîter tour à tour les schistes carburés inférieurs (S^{2a}) de Sode et de Pratviel, les dalles lustrées de la Cigalère (S^{2b}) et les calcaires de Salles (S^{2b}), les schistes carburés supérieurs (S³).

En aval de Juzet, le cambrien disparaît définitivement, après avoir formé une voûte grossière ; sur son bord septentrional s'adossent successivement en couches ondulées les schistes carburés (S^{2a}) du pont de Cazaux et de Lège, les dalles lustrées du pont de Guran (S^{2b}), avec eurilites (ε) subordonnées, les schistes argileux (S^{2c}) à graptolites et les eurilites (ε) des environs de Bachos, les schistes carburés et les calcaires (S³) de Muna et de l'usine de Gaud. Toutefois, les terrains ne se succèdent pas d'une manière régulière ; mais ils forment plusieurs rides transversales dont l'intervalle est comblé par des terrains plus élevés dans la série chronologique.

En dessous de Gaud la succession est masquée par un grand cône de déjection et par un puissant dépôt alluvial dû aux apports de la Garonne et de la Pique ; néanmoins, en obliquant un peu sur la droite dans la direction de Marignac, on rencontrerait le terrain *dévonien* et

(*) Une excursion de quelques heures aux environs de Luchon permet de recueillir sans fatigue les principales roches particulières à ces divers terrains : nous recommandons à cet égard pour le terrain primitif les environs immédiats de Saint-Mamet ; pour le terrain archéen, la cascade de Montauban et l'avenue du Larboast à Luchon ; pour le cambrien, la cascade de Juzet (côté nord) ou mieux la rive droite de la Pique devant Cierp ; pour les schistes carburés inférieurs (S^{2a}), les environs de Moustajon, de Pratviel et mieux encore les abords du pont de Lège ; d'autre part, les dalles exploitées à Cier-de-Luchon et les calcaires de la carrière de Salles représentent les dalles calcaro-schisteuses du silurien moyen (S^{2b}). La partie supérieure de ce même étage et le silurien supérieur sont nettement développés aux environs de Bachos et sur les bords de la Pique, entre le pont de Muna et l'usine de Gaud. Le dévonien, enfin, est représenté par les marbres aux belles couleurs que fournissent les carrières de Cierp.

au-dessus le *trias* et le *jurassique*, déjà vus dans une coupe précédente.

Nous compléterons cet aperçu d'ensemble à l'aide de plusieurs autres coupes, quelques-unes de détail.

Coupe des montagnes de Montauban et de Saint-Mamet.

Les terrains que nous venons de voir entre Luchon et la plaine de Marignac, se trouvent, sauf les moins anciens, dans la montagne de Montauban, mais en raccourci, ainsi que notre coupe va le montrer.

- a. — **Terrain primitif.** — *Gneiss de Saint-Mamet* à mica noir, avec mica-schistes, leptynites et filons de pegmatite à orthose et microcline.
- b. — **Archéen.** — *Phyllades gneissiques* à mica noir traversés par des pegmatites; plus haut, ils se chargent de mica blanc, peut-être sous l'influence de ces roches granitiques, et passent par place à des phyllades satinés gris-cendré ou gris-bleuté. Les macles de staurotide y sont fréquentes, mais toujours confuses. Toutes ces roches cristallines qui



Fig. 93. — COUPE DE LA MONTAGNE DE MONTAUBAN

présentent, avec celles de la série primitive, la plus grande ressemblance, s'en distinguent par la présence de cailloux roulés, ainsi que j'ai pu le constater entre Castelvieu et le pont de Lapadé et à Barcugnas; Coquand, d'autre part, y avait signalé des poudingues dans la Haute-Pique; leur origine sédimentaire n'est donc pas douteuse.

- c. — **Silurien inférieur.** — *Quartzites feldspathiques et schistes siliceux rubanés* ; ils se distinguent peu de la zone précédente.
- d. — **Silurien moyen.** — *Schistes argileux noirâtres* ; peu marqués.
- e. — *Calcaires à « Echinosphærites balticus »* gris-cendré ou noirâtres ; presque toujours cariés et peu cohérents, passant à des sortes d'éponges quartzieuses par imbibition de silice et disparition partielle du carbonate de chaux ; ces roches sont traversées ici par des filons de quartz parfois cuprifère, qui, durcissant les sédiments voisins, a favorisé la conservation des fossiles. Nous avons là l'équivalent des Dalles lustrées.
- f. — **Silurien supérieur.** — *Schistes carbonés avec calcaires ampéliteux* ; ils sont très développés dans les prairies d'Herran, région herbeuse, pastorale, riche en sources ferrugineuses (Fontaine-Rouge) et en dépôts de fer ocracé et de fer hydroxydé (grotte du Chat) ; le sous-sol est rarement visible ici comme au-dessous, dans la forêt de Sésartigues.

En explorant les environs du val de Burbe, on voit les diverses assises se relever graduellement vers le sud ; le gneiss qui, à Montauban, était au-dessous du thalweg de la vallée, monte au-dessus de Saint-Mamet ; les calcaires qui, à Montauban, étaient à mi-hauteur de la montagne, s'élèvent au-dessus du Portillon jusqu'à la crête pour former les escarpements du Mail-du-Criq. Vers le nord, les assises prennent une allure différente, de sorte qu'on est en présence d'un pli synclinal très accusé butant à Juzet contre une faille.

B. — RIVE GAUCHE DE LA PIQUE.

La rive gauche de la Pique fournirait matière à une coupe générale comparable à celle de la rive droite, sans toutefois être identique. Nous avons préféré remplacer, vu sa longueur, une coupe unique par trois coupes détaillées, se faisant suite les unes les autres, et conduisant le lecteur depuis Luchon jusque par delà le confluent de la Garonne et de la Pique.

1° Une première s'étend de Luchon à Lège.

2° Une deuxième de Lège à Signac.

3° Une troisième de Signac à Siradan.

Pour ne pas allonger démesurément nos descriptions, nous nous bornerons, autant que possible, à des légendes explicatives où figureront, avec le même sens, les notations précédemment indiquées.

1° Coupe de la rive gauche de la Pique, entre Luchon et Lège.

A. — Schistes satinés, pétrosiliceux de Luchon et de Barcugnas, formant un pli synclinal analogue à celui de Montauban, pli dans lequel

sont logés les divers étages de terrain silurien (S¹, S², S³) ; à Barcugnas, ce système contient des galets roulés, et plus aval un beau gîte de fluo-rine mêlée d'un peu de blende.

S¹. — Une faille, qui continue celle de Juzet, fait buter l'archéen contre le silurien inférieur ou cambrien, formé de schistes plus ou moins siliceux et de quartzites se développant en face de Juzet.

S²a. — Au-delà, schistes carburés de Moustajon ; horizon de Sode.

S²b. — Dalles schisto-calcaires d'Antignac ; horizon de la Cigalère et de Salles. — Exploitées aux environs de Cier-de-Luchon.

S²a. — Schistes carburés ferrugineux formant, depuis Antignac, le thalweg de la vallée ; ils s'accusent aux environs de Cier-de-Luchon par



Fig. 94. — Coupe de la rive gauche de la Pique entre Luchon et Lège (au $\frac{1}{80000}$).

une traînée noire qui longe les escarpements à grandes dalles et monte vers le village de Montmajou qui est perché sur ces schistes ; sur la rive droite, ce système, reconnaissable de loin à sa livrée noirâtre et à ses sources ferrugineuses, se rattache aux schistes carburés de Pratviel, bien connus par leurs mâcles cruciformes.

S¹. — Après le station de Cier, et surtout vers Luret, on traverse un massif rugueux, aride, composé surtout de schistes siliceux : c'est le cambrien venant, comme à travers une boutonnière, percer la masse de schistes carburés dont nous venons de parler.

S²a. — Les schistes carburés réapparaissent avant d'arriver au pont de Cazaux : c'est la bande de Montmajou et de Pratviel formant circuit autour de l'îlot cambrien de Luret.

S²b. — Calschistes et dalles lustrées de Cazaux.

S¹. — Schistes carburés du pont de Lège, développés surtout le long de la route dans la direction du pont de Guran.

2° Coupe entre Lège et Signac.

Nous suivrons, au-dessous de Lège, la grande route jusqu'au pont de Guran ; sur ce point, laissant les bords de la Pique déjà vus dans une coupe précédente, nous passerons sur la rive gauche pour gagner le chemin de montagne qui traverse Guran, Bachos, Signac et descend ensuite à Cierp.

S^{2a}. — Schistes carburés de Lège, très noirs, sillonnés par de nombreux filonnets de quartz pyritifère; leur surface est presque toujours salie par des efflorescences aluno-ferrugineuses, blanches, jaunes ou verdâtres,

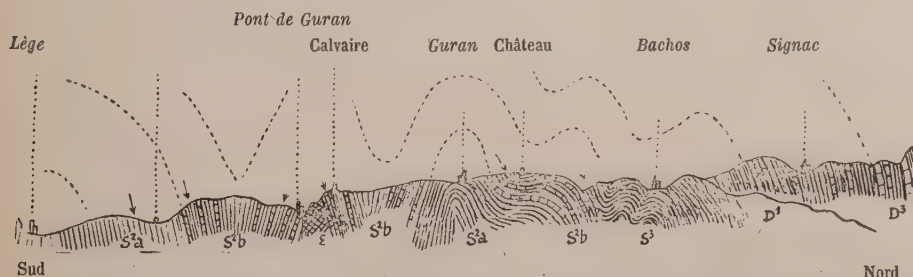


Fig. 95. — COUPE DE LA RIVE GAUCHE DE LA PIQUE ENTRE LÈGE ET SIGNAC.
(au $\frac{1}{40,000}$ env.).

provenant soit de la décomposition des pyrites, soit de leur réaction sur l'alumine des schistes.

S^{2b}. — Calcaires et calschistes du pont de Guran, exploités aux abords du pont.

a. — Eurilite du calvaire, roche grise ou livide, compacte, ayant la cristallinité d'une roche éruptive.

S^{2b}. — Cette roche singulière est immédiatement recouverte par des calcaires et des calchistes à encrines, analogues à ceux trouvés aux abords du pont.

S^{2c}. — A Guran, schistes argileux de couleur noirâtre, paraissant être sur l'horizon de ceux que nous trouverons près de Bachos.

S^{2b}. — Plus loin, l'élément schisteux fait place à l'élément calcaire ou



Fig. 96. — RIVE GAUCHE DE LA PIQUE ENTRE GURAN ET CIERP
(Vue prise aux environs de Muna).

plutôt à des alternances schisto-calcaires. L'antique manoir de Guran est bâti sur ce système; les encrines y sont assez abondantes.

S^{2c}. — Avant d'arriver à Bachos, schistes argileux, tantôt surchargés d'un pigment charbonneux au point de donner de véritables ampélites, tantôt blancs ou gris cendré. C'est dans ces dernières roches qu'en octo-

bre 1884 j'ai découvert, à une centaine de mètres du ravin de Bachos, un certain nombre de graptolites paraissant appartenir au *Monograptus colonus*; c'est à peu près sur cette zone, qui se place sur l'horizon de nos schistes inférieurs de Sentein, que Leymerie a découvert le *Scyphocrinus elegans* et des empreintes que M. Barrois attribue à l'*Echinosphærites balticus*.

S³. — Au-delà de Bachos, schistes carburés et calcaires correspondant à ceux qu'une coupe précédente nous a montrés entre Muna et l'usine de Gaud.

D¹. — Schistes et calschistes de Signac, dans lesquels dès longtemps Leymerie a signalé des trilobites du genre *Phacops*; les encrines n'y sont pas rares.

D³. — Calcaires amygdalins et griottes exploités dans la carrière de Cierp.

Au-dessous du terrain dévonien nous trouvons deux horizons très nets de schistes carburés : celui de Bachos, celui de Lège. Pour Leymerie, ces deux horizons sont en continuité dans la profondeur et se rattachent l'un à l'autre. Or, les schistes de Bachos renfermant les fossiles du silurien supérieur, ceux de Lège appartenaient, d'après ce géologue, au même niveau. Il était, par suite, amené à considérer les dalles lustrées comme du Dévonien.

En effet, dans la grande coupe de la vallée de la Pique, il représente les dalles de Guran comme étant pincées dans un pli synclinal formé, au nord, par les schistes carburés de Bachos; au sud, par ceux de Lège. D'après Leymerie, la succession du haut vers le bas serait la suivante :

3^o Dalles lustrées de Guran (dévonien inférieur).

2^o Schistes carburés de Bachos et de Lège (silurien supérieur).

1^o Schistes satinés de Cier (silurien inférieur).

Mais le plissement invoqué pour établir cette succession est loin d'être justifié par l'allure même des couches; d'ailleurs, les schistes de Lège et de Bachos, quoique ayant la même livrée noirâtre, diffèrent entre eux par leurs caractères lithologiques et notamment par la présence du calcaire dans cette dernière zone; les caractères paléontologiques les séparent également : les schistes de Bachos renferment les fossiles du silurien supérieur; ceux de Lège n'ont donné jusqu'ici aucune empreinte d'origine organique. Toutefois il n'est pas douteux qu'ils n'appartiennent à l'horizon des schistes carburés de Colderoux et de la vallée d'Orle (Haut-Salat), dans lesquels j'ai découvert les graptolites dendroïdes de la base du silurien moyen.

Il s'en suit que les dalles de Guran qui, stratigraphiquement, sont intermédiaires par rapport à ces deux ordres de schistes, le sont aussi au point de vue chronologique. Ce résultat, dont j'ai vérifié la généralité par l'étude comparative d'un grand nombre de vallées pyrénéennes, modifie la succession ainsi qu'il suit :

4° Schistes carburés de Bachos (zone carburée supérieure).

3° Dalles lustrées de Guran.

2° Schistes carburés de Lège (zone carburée inférieure).

1° Schistes satinés siliceux.

La zone carburée supérieure, surtout anthraciteuse, est sur le prolongement des couches de Marignac et relève, comme elles, du silurien supérieur. A cette zone appartiennent les graptolites que j'ai découverts à Bachos, ceux aussi découverts dernièrement par M. Gourdon aux environs de Cier.

La zone des dalles lustrées n'a guère donné que des encrines, et vers son toit l'*Echinosphærites balticus*.

Quant à la zone carburée inférieure, surtout chargée de graphite, j'ai déjà dit qu'elle m'a fourni dans le Haut-Salat les graptolites dendroïdes de l'Arenig anglais, c'est-à-dire de la base du silurien.

Ces résultats, que j'ai signalés en juin 1887 dans les Comptes-rendus de l'Académie des Sciences de Paris (*), modifient considérablement la coupe de Leymerie : la plupart des dalles lustrées doivent être rapportées au silurien moyen ; quant aux schistes carburés, beaucoup relèvent de la base de cet étage.

3° Coupe entre Cierp et Siradan.

Cette coupe suit la Pique jusqu'au confluent, puis la Garonne jusqu'à Siradan.



D³. — Marbres amygdalins de Cierp ; c'est la partie supérieure du dévonien.

H. — Schistes argileux, à nodules noirs, représentant le carbonifère.

(*) Sur l'existence d'un double horizon de schistes carburés dans le silurien des Pyrénées centrales (C. R., 27 juin 1887).

T¹. — Poudingues quartzeux, psammites et argilolites (base du trias).

μ. — Puis vient un ensemble confus que Leymerie a désigné sous le nom de *magma de Cierp*.

Une coupe spéciale montre sa composition : (Coupe 97).

Schistes du magma (s).

Schistes noirs veinulés de calcite blanche, très froissés, très contournés.

Calcaire gris avec schistes.

Calcaire froissé, mêlé de schistes et de roches vertes, avec filons de quartz. Assise très brouillée.

Conglomérat du magma (c).

Schistes chlorités avec quartz ; assise remarquable surtout par l'intrusion de filonnets d'un granite vert analogue de celui de Bordes ; comme dans le Saint-Gironnais, on trouve aussi de l'ophite dans ces parages, mais ses relations sont confuses.

Masse sans stratification, consistant en un conglomérat de fragments anguleux ; j'admets avec M. Stuart Menteath qu'elle représente une *brèche de friction*.

J. — Calcaire cristallin gris-cendré ou blanc, à couseranites ; il plonge d'abord au nord, puis tourne vers le sud. Il est identique à celui de Saint-Béat et représente également le jurassique inférieur. Il est pincé entre deux failles ; de l'ophite a été signalée sur sa lisière nord.

G. — Terrain primitif formé de gneiss, de micaschistes, leptynites, toutes roches traversées par de gros filons de granite et de pegmatite tourmalinifère. Ce terrain forme le massif du Som d'Olivet et du Culo.

Vers le pont de Chaum, les bancs des schistes cristallins sont fortement redressés, souvent même verticaux ; leur *direction moyenne est O. N. O.*

A. — Entre Esténos et Saléchan se développent ce que nous appellerons les schistes d'*Esténos* ; ils ont tous les caractères de l'*archéen* ; on trouve des schistes micacés gris (phyllades gneissiques), des schistes feldspathiques, chloriteux et amphiboliques, des schistes pétrosiliceux roussâtres, des schistes satinés grisâtres, des schistes gris clair ou noirs avec minces intercalations de grès quartzeux ou de quartzites, etc.

Tout ce système plonge d'abord fortement vers le nord, sous un angle de 85 degrés environ, tout en oscillant autour de la verticale ; puis son inclinaison diminue et passe à 40 ou 45 degrés. *La direction moyenne est ici E.-O.*

S¹. — A partir de Saléchan, où se trouve une remarquable mine de cuivre pyriteux mêlé de sidérose, les roches changent de nature : tout d'abord ce sont des schistes gris et noirs rubanés par du quartz, puis des schistes bleuâtres dont nous retrouverons les analogues à la montée du port de Vénasque, des quartzites alternant avec des schistes très noirs, des schistes bleuâtres subsatinés avec intercalation de grès. Leur inclinaison n'est pas constante et se tient entre 60 et 80 degrés. *La direction moyenne est O. S. O.*

Ces schistes de Saléchan ont les caractères du *cambrien* .

S^{2a}. — Au sud de Siradan, les quartzites et phyllades disparaissent pour céder la place à des schistes argileux de couleur noire, donnant des sources ferrugineuses. Ce sont les schistes carburés inférieurs ; ils plongent d'abord vers le nord, puis, se relevant de plus en plus, deviennent verti-

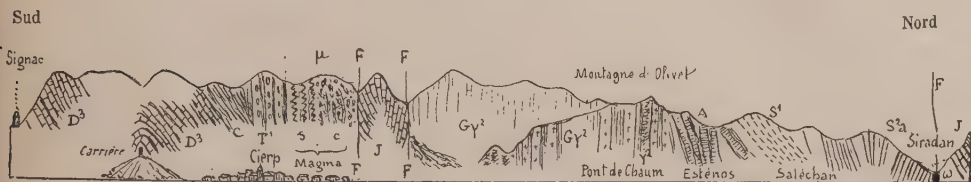


Fig. 98. — COUPE ENTRE CIERP ET SIRADAN (au $\frac{1}{60000}$ env.)

caux et finissent par plonger vers le sud ; de plus, leur inclinaison diminue, et aux environs de Siradan elle est généralement très faible ; toutefois elle varie le long de la gorge qui conduit dans la Barousse.

Ces perturbations annoncent le voisinage d'une faille : c'est ici, en effet, que passe la faille que Leymerie a dénommée *faille de Siradan*, faille en partie remplie par une ophite au contact de laquelle sourdent les eaux sulfatées calciques de Siradan et de Sainte-Marie ; cette même faille fait buter le terrain silurien contre une masse considérable de calcaires et de schistes relevant du jurassique et du crétacé.

En somme, de Cierp à Siradan, nous trouvons d'abord, se succédant en série ascendante, le *dévonien*, le *carbonifère*, le *trias* ; les schistes et calcaires du magma représentant probablement la base du jurassique ; — puis conglomérat de Cierp, correspondant à une *brèche de friction* ou, si l'on veut, au *remplissage d'une faille* ; — au-delà, calcaire cristallin, appartenant aussi au *jurassique* (lias inférieur probablement) ; — puis autre faille, au-delà de laquelle se développe le *terrain primitif*, suivi de l'*archéen*, du *cambrien* et du *silurien* ; — à Siradan, enfin, nouvelle *faille* faisant buter ces terrains anciens contre les terrains secondaires. — De cette coupe on peut déduire une observation importante : on sait que pour légitimer l'assimilation du calcaire de Saint-Béat au calcaire carbonifère, divers géologues, et plus particulièrement M. Garrigou, admettaient que le grès rouge était dévonien ; nous voyons ici que cette hypothèse n'est pas acceptable, vu la superposition de ce grès au terrain carbonifère ; dès lors le calcaire de Saint-Béat ne saurait appartenir à ce dernier terrain. Remarquons, d'autre part, la discordance en direction qui se montre entre le pont de Chaum et Saléchan est favorable à l'existence du terrain archéen.

Conclusions relatives à la Basse-Pique. — La partie de la vallée de la Pique comprise entre Luchon et le confluent, présente en somme des

perturbations nombreuses (failles, plissements) qui conspirent, avec la pénurie des fossiles et la végétation qui couvre ces montagnes, pour en rendre l'étude aussi difficile que pénible.

Une faille passant par Juzet et les environs de Cazaril divise la vallée en deux tronçons : l'un, méridional, repose sur le gneiss de Luchon et forme un pli synclinal qui a été déjà étudié à propos de la coupe de Montauban, pli que nous retrouverons d'ailleurs sur l'autre rive de la Pique quand nous décrirons la montagne de Cazaril.

Au nord de la faille, c'est-à-dire dans le tronçon septentrional, ce sont les mêmes terrains qui se succèdent, mais en affectant des ondulations multipliées qui, remarquées dès longtemps par les géologues, font reparaître dans le bas de la vallée des assises qui, normalement, devraient être perdues dans les profondeurs ; c'est ainsi qu'à Cier un noyau de cambrien apparaît, comme par une boutonnière, à travers des formations moins anciennes. Je ne rechercherai pas ici si ces accidents stratigraphiques résultent d'un soulèvement ou, ce qui semble plus probable, d'un affaissement de terrains ; je me contenterai de constater que le phénomène orogénique semble s'être fait sentir avec plus d'intensité vers la région orientale, c'est-à-dire au voisinage de la vallée d'Aran : ici, en effet, les assises les plus anciennes, celles de l'archéen par exemple, occupent une plus large surface et un niveau plus élevé que dans la vallée de la Pique. Tout s'est donc passé comme si à l'ouest de la vallée de la Garonne (vallée d'Aran française

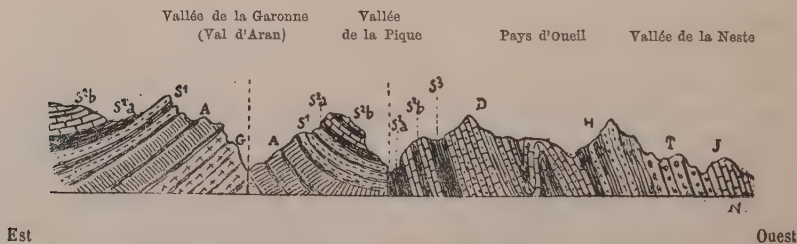


Fig. 99. — COUPE THÉORIQUE ENTRE LÈS ET SARRANCOLIN

et espagnole), il y avait eu, indépendamment de plissements nord-sud, affaissement général, affaissement qui, par suite de refoulements latéraux, aurait provoqué une série de plis sensiblement parallèles à la direction de la chaîne. Cette hypothèse nous explique pourquoi le terrain archéen est plus largement développé dans la vallée de la Garonne que dans celle de la Pique, pourquoi aussi le dévonien ne se montre pas sur le versant oriental de cette vallée, tandis qu'à gauche, vers la serre d'Autenac, il prend un magnifique développement.

En réalité pourtant, le phénomène est plus complexe. Le plongement général des terrains vers l'ouest paraît tenir, non à un affaissement général dans cette direction, mais à une série d'affaissements : c'est le résultat de la chute de plusieurs voussoirs transversaux limités par des failles transversales. La descente n'est donc pas graduelle, mais elle s'opère, comme l'indique le diagramme suivant, par gradins successifs s'affaissant vers l'ouest.

Ceci nous explique pourquoi, indépendamment de l'altitude, la constitution géologique du sol varie en marchant vers l'ouest :

Le cristallophyllien et l'archéen dominant dans la vallée de la Garonne, vers Lès.

Dans la vallée de la Pique, c'est le silurien.

Dans la vallée d'Oueil on ne trouve guère que du dévonien.

Dans la vallée de la Neste, enfin, le Trias prend un énorme développement entre Sarrancolin et Arreau.

HAUTE-PIQUE

OU VALLÉE DE LA PIQUE EN AMONT DE LUCHON

La partie supérieure de la vallée de la Pique et la région de la Maladetta qui lui est étroitement liée, ont été l'objet de nombreuses observations. Il me suffira à ce propos de rappeler les noms de Durocher, Dufrénoy, Cordier, et plus près de nous ceux de Leymerie, Zirkel, Garrigou, Mallada (*) ; Leymerie surtout en a donné d'excellentes descriptions dans son grand travail sur les Pyrénées de la Haute-Garonne.

Cette contrée si pittoresque des Pyrénées, nous nous proposons de l'étudier à l'aide de trois coupes : l'une d'elles, dirigée nord-sud, a pour objet la région comprise entre Bagnères-de-Luchon et la Maladetta ; deux autres sont consacrées aux abords de cette station thermale ; la première au val du Portillon de Burbe, qui conduit dans la vallée d'Aran ; la seconde à la montagne de Superbagnères.

Un panorama géologique des montagnes de Bagnères (fig. 100) permettra de suivre facilement les horizons.

(*) Voir mon *Analyse critique*, pages 25, 40, 46, 72, 74, 86.

Coupe à travers la Haute-Pique et le massif de la Maladetta.

Cette coupe, (fig. 401) qui peut être regardée comme la continuation et le complément de celle de la Basse-Pique, part de Luchon, ou plus exactement de la touf de Castelvieu placée en vedette à l'entrée du val de Burbe; elle côtoie constamment le torrent de la Pique qui, dans son cours supérieur, porte le nom de Pesson, monte jusqu'à l'Hospice, puis, franchissant le port de Vénasque, s'arrête à la Maladetta.

L'anatomie de cette région a été déjà étudiée avec soin par Leymerie qui en a donné quelques coupes de détail. D'autre part, en 1862, les membres de la Société géologique de France, lors de la réunion de Saint-Gaudens, ont visité ces hauts parages sous la direction de M. Hébert, qui nous a laissé de cette excursion un intéressant compte-rendu (**).

Comme l'avait déjà fait remarquer Leymerie, entre Luchon et le pont du Ravi, les terrains se retrouvent identiques de part et d'autre de la vallée qui les coupe un peu obliquement, en sorte que les assises de Superbagnères passent dans la montagne de Couradilles; mais au-delà de ce point, le chemin s'infléchissant dans une direction à peu près parallèle à celle des couches, le versant méridional du vallon que surmontent les pics de Sacroux, de Sauvegarde et de la Mine, est formé de schistes semi-cristallins et de phyllades satinés, tandis que le versant opposé, c'est-à-dire la région pastorale de Campsaure et de l'Entécade, est presque entièrement constitué par des calcaires et des schistes noirs argileux.

L'abondance de la végétation et des forêts dans les parties basses rend souvent l'observation difficile. Voici l'indication des principales assises que l'on rencontre à partir de Castelvieu :

Terrain primitif. — G. — Granite-gneiss du Val de Burbe avec nombreux filons de pegmatite.

Terrain archéen. — A. — Phyllades gneissiques et schistes satinés à wernérite, gédrite, andalousite; schistes maclifères à staurotide, schistes grenatifères à chloritoïde.

Terrain cambrien ou silurien inférieur. — S¹ — Quartzites et schistes siliceux. — Se montrent aux environs du pont de Lapadé.

Terrain silurien moyen. — S^{2a}. — Schistes noirs graphiteux du pont de Ravi. — Visibles sur le chemin de la vallée du Lys.

(**) Voir mon *Analyse critique*, p. 47.

S^{2b} — Calcaires gris, parfois ampéliteux.

— Puissante formation de schistes lustrés.

— Calcaire gris et calcaire siliceux pyritifères, veinés de calcite blanche.

Silurien moyen et silurien supérieur. — **S^{2b}** et **S³**. — Alternances multipliées de calcaires plus ou moins rubanés et de schistes carburés tachant de noir la route de l'Hospice.

C'est dans cette formation que se trouvent, au col de la Mounjoyo et à Ribasette, les fossiles du silurien supérieur : des orthocères dans un calcaire gris-cendré ou noir à macles noires monochromes (*) ; des encrines dans des schistes très carburés.

Tout ce système prend un grand développement sur la rive droite de la Pique, et constitue à lui seul la région de Campsaure et de l'Entécade. Il passe au col de Mounjoyo et va par là donner la main au système calcaroschisteux dans l'Artigue-de-Lin (vallée d'Aran).

Faïlle. — Vers l'Hospice de France passe une grande faille déjà remarquée par Leymerie et Garrigou ; elle met en contact le silurien supérieur de la rive droite et le cambrien de la rive gauche.

Cambrien. — **S¹**. — Par delà le torrent, et sur le chemin du Port de Vénasqué, phyllades ardoisiers du pic de la Pique, gris-cendré, bleuâtres, verdâtres, noirâtres, plongeant nettement vers le nord ; non loin de là, aux ardoisières de Pales de Sajust, ils renferment quelques empreintes organiques, notamment des *Montfortia*, comme les schistes de Rennes avec lesquels, d'après M. Lebesconte, ils ont la plus grande analogie. Ce système ardoisier, veiné de quartz, présente une régularité remarquable et constitue en grande partie la cime déchiquetée qui sépare la coume du Port de Vénasque de celle de la Frèche.

Terrain archéen. — **A.** — Vers les lacs situés à la base du port, et en outre jusqu'à la ligne de faite, changement de système : aux schistes ardoisiers succèdent de grandes dalles : schistes satinés, parfois pétrosiliceux, schistes rubanés, schistes à vénaskite, schistes verts à noyaux de quartz, toutes roches très développées dans le cirque de la Glère. Au début, ce système plonge au nord comme le précédent, mais les couches sont plus relevées ; aux environs du port, le pendage change de sens. Les dalles ont d'ailleurs une allure tourmentée qui les sépare des schistes ardoisiers.

Silurien moyen. — **S^{2a}**. — Par delà le port et avant d'arriver à la maison hospitalière, se montrent des schistes noirs un peu discordants, comme inclinaison, avec les dalles archéennes. Ils ont les caractères des schistes carburés de la base du silurien moyen.

S^{2b}. — Ils supportent, en concordance, des masses considérables de calcaires blancs ou gris-cendré en plaquettes, mêlés de dolomies : c'est le calcaire de la Peña Blanca, continuation des calcaires métallifères de la vallée d'Aran ; au port de la Picade, il renferme des roches compactes

(*) Les premières traces ont été découvertes par M. Lecoq, en 1862, lors de l'excursion de la Société géologique au Port de Vénasque.

grises ou livides, se rapprochant des eurilites par leur fusibilité et leur faciès.

Terrain houiller. — H. — Dans la dépression du Plan des Etangs, schistes noirs, grauwackes, quartzites et grès du terrain houiller; c'est dans cette zone que se trouvent les empreintes végétales dont M. Zeiller a fait dernièrement une étude approfondie. Dans le calcaire de la Peña Blanca on trouve aussi quelques bancs de grès: ce sont probablement des lambeaux de grès houiller pincés dans des plis.

Silurien moyen. — S²b. — De l'autre côté du ravin, calcaires du pic de Padern, formant, avec ceux de la Peña Blanca, un pli synclinal dans lequel est logé le terrain houiller.

Terrain granitique. — γ — A partir de la Rencluse et jusqu'aux sommets de la Maladetta et du Néthou, granite gris à micà noir, parfois porphyroïde, identique à celui que nous avons déjà vu dans les montagnes avoisinant le port de Vielle. D'après Leymerie (*), le sommet du Néthou serait plus particulièrement constitué par une sorte de porphyre quartzifère, qui envoie des apophyses dans la masse du granite.

Tous les auteurs qui ont étudié ces parages s'accordent à attribuer à la base du silurien la première partie de la coupe, et placent la seconde dans le silurien supérieur. M. Hébert (**) a insisté particulièrement sur cette attribution. « Le silurien supérieur, dit-il (p. 56), occupe » entièrement la rive droite de la Pique, depuis le port de la Picade » jusqu'au-delà du débouché de la vallée du Lys. »

Vers le sud, le silurien supérieur bute par faille, ainsi que l'ont admis Leymerie et Garrigou, contre les schistes satinés et ardoisiers qui s'étendent sur le chemin du port de Vénasque et vers le cirque de la Glère; c'est, en somme, une formation analogue à celle qu'on trouve au voisinage du gneiss, vers Montauban et au-dessus de Castelvici.

Que représente cette série de phyllades ?

M. Garrigou y voit du silurien inférieur, sans indiquer s'il la met sur l'horizon de la faune première ou de la faune première et deuxième réunies. Leymerie, plus précis, l'attribue au cambrien. M. Hébert (p. 55) confirme la manière de voir de Leymerie en rapprochant « les phyllades à filons de quartz, » si communes dans cette série, « des roches de Laifons sur la Meuse, de Spa, aussi bien que de celles » des ponts de Cé, près d'Angers, qui forment la base des ardoises » à trilobites. » Les ardoises d'Angers appartenant à la faune deuxième, il serait légitime d'attribuer au silurien inférieur (faune première) les roches du Port de Vénasque et de la Glère.

(*) *Analyse critique*, p. 40

(**) Hébert : *Réunion extraordinaire à Saint-Gaudens* (B. S. G. de France, 2^e série, tome XIX, p. 56).

M. Stévant, qui avait visité à Spa le système ardoisier de Dumont, se rangeait à la même opinion.

Cette série était regardée comme azoïque ; mais je dois ajouter que les ardoisières de Sajust, riches d'ailleurs en cristaux de pyrite cubique, renferment quelques empreintes vagues, parfois moniliformes, dans lesquelles, sur des échantillons que je lui ai adressés, M. Lebesconte a reconnu des *Montfortia* et quelques autres fossiles, très vagues il est vrai, des schistes de Rennes, ce qui corrobore leur attribution au cambrien.

Toutefois, les dalles qui sont à la base de ces schistes ardoisiers me paraissent, vu leur différence de composition et d'allure, se rattacher à la partie supérieure du terrain précambrien ou archéen.

L'âge du calcaire de la Peña-Blanca a été différemment interprété : pour les uns en effet ce serait du carbonifère (Magnan, M. Garrigou), pour d'autres du silurien supérieur (Leymerie, M. Hébert), pour d'autres enfin, du cambrien (Durocher, M. Jacquot).

C'est entre ces deux derniers étages qu'il doit se placer, à mon avis. J'ai exposé déjà, à propos des calcaires métallifères de l'Ariège et de la vallée d'Aran, les arguments qui me semblent favorables à cette attribution ; j'ajouterai simplement que ce calcaire repose en parfaite concordance sur des schistes carburés analogues à ceux qui, dans le Saint-Gironnais, renferment les graptolites de la base du silurien moyen.

Coupe du vallon de Burbe.

Dirigée sensiblement E.-O., elle suit le chemin du Portillon reliant Bagnères à Bossost. Elle prend à revers le Mail du Criq et complète la coupe de Mautauban. Voici la succession des assises, abstraction

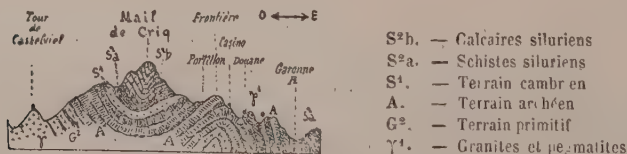


Fig 102. — COUPE DU VAL DE BURBE

faite des perturbations de détail, assez nombreuses d'ailleurs, surtout au voisinage des pegmatites :

Y. — Granite gris et pegmatites de Castelvieu.

G. — Gneiss gris de l'entrée du vallon de Burbe ; recoupé par des filons de granite et de pegmatite.

Plus haut il passe à des *leptynites*, vers la cascade Sidonie.

A. — *Schistes satinés* et *phyllades gneissiques* : c'est la série de Montauban. Ici aussi, grand développement de staurotides et de nodosités. Ce système est traversé par de nombreuses pegmatites à mica argentin souvent palmé, recoupées à leur tour par de fines granulites grenatifères.

Même formation aux abords du Portillon et sur le versant de Bossost ; ici les pegmatites sont particulièrement abondantes ; dans certains points, elles renferment de mauvais béryls. En aval de la douane espagnole, de gros cristaux de grenat se sont développés dans les schistes satinés.

Ce système archéen prend donc un grand développement entre Luchon et Bossost ; le chemin y est presque constamment creusé. Toutefois, il est facile de s'assurer, par la variation de pendage des couches, que ce développement exagéré tient en grande partie à l'existence de plusieurs plissements.

S¹. — Dans le voisinage du Mail de Criq, les schistes satinés supportent, dans un pli synclinal descendant vers le nord, des *schistes argileux noirâtres*, ferrugineux, qui représentent le silurien inférieur ou la base du silurien moyen.

p. — La montagne est couronnée par des escarpements abruptes, formés par des *calcaires* et des *calschistes à encrines*, appartenant au silurien moyen.

En somme, donc, il y a ici même succession que dans les coupes précédentes. Le terrain archéen s'y trouve avec une large extension, représenté surtout par des schistes maclifères à staurotide. L'abondance simultanée des macles et des pegmatites semble prouver qu'il y a parenté étroite entre ces minéraux métamorphiques et les roches éruptives. Remarquons, d'autre part, que si sur certains points les pegmatites suivent les plans de séparation des couches, dans plusieurs autres, au contraire, et, comme l'a fait remarquer M. de Lapparent, surtout entre le Portillon et Bossost, elles sont transverses et déterminent des perturbations, ce qui est incompatible avec l'origine sédimentaire que quelques géologues, et particulièrement M. Garrigou, ont voulu leur attribuer.

Coupe de la montagne de Superbagnères.

La route forestière nouvellement tracée sur les flancs de Superbagnères est particulièrement favorable à l'étude de cette montagne ; les formations les plus anciennes y acquièrent un beau développement. La coupe que j'en donne prend la route à son début, c'est-à-dire à l'entrée de la vallée du Lys, au-dessus du pont de Ravi, et gravit la montagne jusqu'à la maison forestière qui fait face au val de Burbe ; à partir de ce point, elle descend sur Luchon par le chemin

des gardes qui côtoie le ravin profond et sauvage de Bagnartigue. Voici comment les assises se succèdent dans ce trajet :

1. — Schistes argileux noirs devenant brunâtres ou roussâtres par altération, souvent terreux et efflorescents. Des terres noires viennent ensuite; les éboulis montrent des schistes noirs chargés de graphite, aussi des schistes à mâcles blanches, des schistes noirs pailletés de damourite.

2. — Calcaires gris rubanés, siliceux et dolomitiques par places, à texture

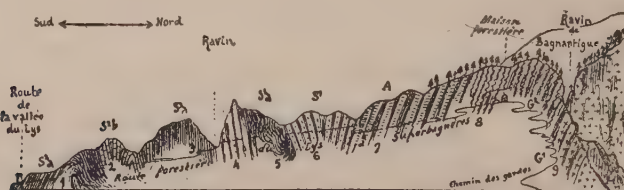


Fig. 103. — COUPE DE LA MONTAGNE DE SUPERBAGNÈRES

finement grenue, plus rarement compacte; ils renferment parfois des zones siliceuses, dues à la disparition de la chaux carbonatée, et aussi des assises schisteuses qui leur donnent l'aspect des barégiennes. Leur stratification est brouillée; ils changent plusieurs fois de pendage, mais ils forment dans leur ensemble un pli synclinal ondulé parallèlement à la direction des bancs.

3. — Schistes noirs graphiteux efflorescents, alternant avec de minces lits d'une grauwaque grenue.

4. — Par delà un profond ravin et correspondant peut-être à une faille, mélange assez confus de schistes satinés et de calcaires siliceux contenant des parties verdâtres et des sortes d'eurilite; je suis porté à y voir l'équivalent métamorphique du système calcaro-schisteux trouvé plus bas (n° 2) dans la direction de la vallée du Lys.

5. — Schistes noirs graphiteux très brouillés succédant immédiatement aux calcaires; ils renferment par places de l'aragonite blanche et verte, mamelonnée ou en rosettes, et de l'allophane blanche.

6. — Schistes siliceux gris, rayant fortement le verre, mêlés à des quartzites. Cette assise tourmentée, traversée par des filons de quartz, se développe sur 400 mètres de puissance environ; la direction moyenne est S. O.

7. — Schistes satinés, parfois sériciteux, à macles confuses, traversés par des filons de pegmatite et de quartz; la direction dominante est O. N. O.

Phyllades gneissiques très finement rubanés, avec traces de staurotide; ce minéral est particulièrement développé au voisinage des pegmatites.

Les pegmatites, mêlées à des granites à mica blanc, sont excessivement abondantes dans cette zone et, à mesure qu'on s'élève, elles augmentent en nombre et en puissance; parfois elles suivent le plan de séparation des

couches, ce qui a pu faire croire qu'elles alternaient avec ces couches et avaient, par suite, comme elles, une origine sédimentaire (*). On peut toutefois acquérir la conviction que la plupart des filons sont transverses; l'un d'eux présente dans son épaisseur de brusques variations qu'il serait difficile d'expliquer par un dépôt.

Par place, les phyllades gneissiques passent à des schistes pétrosiliceux et à des schistes à séricitite,

8. — Avant d'arriver à la maison forestière, alternances répétées de micaschistes à mica brun tombac et de leptynites; dans ce système, filons puissants de pegmatite tourmalinifère atteignant parfois 8 à 10 mètres d'épaisseur.

Plus haut, gneiss rubané; il domine autour de la maison forestière.

9. — En descendant vers Luchon par le chemin des gardes, le sous-sol n'est d'abord pas visible, mais plus bas, sur les flancs escarpés du ravin de Bagnartigue, on peut voir en place, mêlé à du gneiss largement rubané, le gneiss granitoïde à mica noir se dressant en bancs subverticaux. Ici aussi les pegmatites sont abondamment répandues.

En procédant par comparaison avec ce que nous avons vu dans le bas de la vallée, nous arrivons aux assimilations suivantes :

Les assises 9, 8, appartiennent au T. primitif (G^1 , G^2), le n° 7 à l'archéen (A), le n° 6 au silurien inférieur ou cambrien (S^1), le n° 5 à la base du silurien moyen (S^2a), le n° 4 à la partie moyenne de cet étage (S^2b); d'autre part, 3 et 1 est une réapparition de S^2a et 4 un retour de S^2b (**).

Remarquons qu'entre les quartzites cambriens (6) et les schistes satinés (7) de l'archéen, il existe ici aussi une *discordance en direction*, comme nous en avons trouvé sur d'autres points des Pyrénées centrales.

(*) Telle était la manière de voir de M. Garrigou; nous avons montré précédemment, dans notre analyse critique (p. 85), comment M. de Lapparent avait repoussé cette interprétation.

(**) En 1872, M. Garrigou a publié, dans sa *Monographie de Luchon*, une coupe très détaillée qui suit à peu près le même itinéraire. Ses interprétations sont différentes des miennes, il attribue notamment les calcaires au dévonien, les schistes carburés au silurien supérieur; d'autre part, d'après le géologue, les pegmatites formeraient de véritables couches alternant avec les schistes anciens, ce qui nous paraît complètement inadmissible.

VALLÉES DE LARBOUST ET D'OUEIL

Le pays situé à l'ouest de Luchon présente des accidents stratigraphiques et quelques autres particularités qui méritent une mention toute spéciale :

Nous lui consacrerons plusieurs coupes :

1^o Coupe relative à la montagne de Cazaril.

2^o Coupe de la vallée d'Oo, avec projection sur les crêtes limitrophes du Louron.

3^o Coupe des environs de Cathervielle, accompagnée d'un profil géologique.

4^o Série de coupes parallèles à travers le pays du Larboust et d'Oueil.

Coupe de la montagne de Cazaril.

L'entrée du Larboust est flanquée au sud par les croupes boisées de Superbagnères, et vers le nord par la montagne abrupte de Cazaril, dans laquelle le terrain silurien prend un grand développement.

Leymerie a étudié avec le plus grand soin la constitution de cette montagne et en a donné des descriptions très fidèles. Dans son travail sur les Pyrénées de la Haute-Garonne, il décrit (p. 232) la succession des assises qui se montrent entre le pont de Mousquères et Cazaril; plus loin (p. 237), il indique les terrains recoupés par la route qui serpente au bas de la montagne de Cazaril le long de la rivière du Larboust; enfin (p. 240), il donne une coupe passant par Trébons et Saccourvielle.

Les découvertes paléontologiques faites en ces dernières années appellent, dans la succession établie par cet éminent géologue, un certain nombre de modifications. Je me propose de les mettre en relief en donnant une nouvelle coupe de cette montagne.

Après avoir franchi le pont de Mousquères, nous prendrons le vieux chemin qui conduit à Cazaril, chemin raboteux et assez raide, filant d'abord dans la direction de Barcugnas, puis s'infléchissant vivement sur la gauche par un grand lacet.

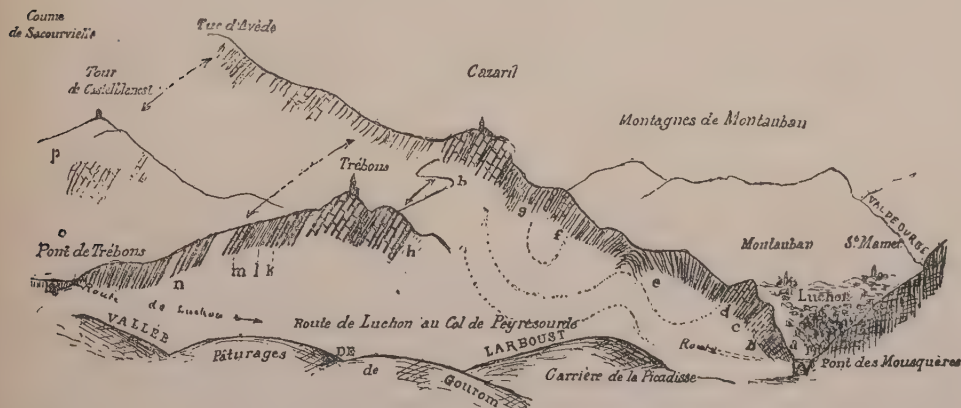
Arrivés à Cazaril, nous descendrons sur Trébons et de là au pont

qui est jeté sur la rivière d'Oueil (pont de Trébons). La descente vers Luchon se fera ensuite par la grande route de Bagnères-de-Bigorre.

Dans cette deuxième partie du trajet, la coupe précédente sera vue en sens inverse, mais comme elle affecte non plus des points élevés mais bien les parties profondes de la montagne, les terrains s'y présentent avec un tout autre développement.

Voici d'abord l'énumération détaillée des assises que l'on rencontre entre le pont de Mousquères et le pont de Trébons quand on fait la montée par Cazaril :

- a. — *Schistes gneissiques de Luchon*. — Schistes pétrosiliceux gneissiques de Luchon, à peu près identiques à ceux qui ont été déjà vus près de la cascade de Montauban.
- b. — *Phyllades satinés du pont de Mousquères*. — Aux abords du pont de Mousquères, grand développement de phyllades satinés bleuâtres ou noirs à



Nord

Fig. 104. — COUPE DE LA MONTAGNE DE CAZARIL

Sud

tres, présentant divers accidents minéralogiques ; on y connaît depuis longtemps le grenat almandin et la pyrite arsenicale qui se montrent sur le chemin de la fontaine ferrugineuse de Sourrouil ; d'autre part, sur la rive gauche du torrent et en aval du pont, j'y ai trouvé des macles confuses et de beaux prismes aciculaires de tourmaline. Ces phyllades présentent de rares intercalations de schistes rubanés feldspathiques rappelant ceux de la vallée de Soulan, et aussi quelques traces de quartzite. Ce groupe phylladien est parfaitement visible aux abords du pont de Mousquères, et principalement sur la rive gauche du Larboust, entre le pont et Luchon.

- c. — *Phyllades carburés*. — A 150 ou 200 mètres au-dessus du thalweg de la vallée, et à droite du sentier, zone de phyllades carburés, tantôt

bleuâtres, tantôt d'un noir très prononcé. Des veinules de quartz blanc courent fréquemment dans leur masse. A la partie supérieure, ces phyllades deviennent compactes et, par imbibition de silice, passent à des schistes siliceux. Cette zone, masquée en grande partie par les cultures, est recouverte immédiatement par une zone fossilifère.

- d. — *Calcaire à Echinospharites*. — Calcaire très siliceux, très carié par places, passant parfois à une sorte d'éponge siliceuse. C'est dans ces portions altérées que se montrent habituellement, mais presque toujours à l'état fruste, les fossiles signalés par M. Gourdon. M. Barrois y a reconnu l'*Echinospharites (balticus ?)*, qui met cette assise calcaire sur l'horizon du calcaire de Bala.
- e. — *Schistes carburés*. — Schistes argileux très carburés, parfois pyritifères, à macles blanches cruciformes presque entièrement converties en une matière nacrée.

Ils sont mêlés à de fines grauweekes, grenues, quartzzeuses et à des schistes fibreux, maillés, veinulés par du quartz.

- f. — *Calcaire à orthocères*. — Calcaire ampéliteux à orthocères; visible sur un sentier côtoyant la vallée de Luchon et dans l'axe même des allées d'Etigny. Les fossiles sont reconnaissables malgré leur mauvais état de conservation. Ce calcaire accompagné de schistes carburés forme une bande assez épaisse.
- g. — *Schistes carburés*. — Schistes carburés en partie cachés par le gazon. Ils renferment des traces d'allophane blanche ou bleue.
- h. — *Calcaires de Cazaril*. — Ces schistes sont surmontés d'un abrupt calcaire bien visible de la gare de Luchon, et formant, au-dessus du faubourg de Barcugnas, une sorte d'encorbellement en surplomb. En côtoyant le bord de cette falaise, on est amené devant Cazaril, village en quelque sorte aérien, perché sur des masses d'un calcaire souvent siliceux, présentant des rubans ondulés de largeur variable (calcaire rubané de Leymerie).

Un peu au-dessous de ce village, on exploite un calcaire blanc, dont nous retrouverons l'analogue dans le bas, sur le chemin de la vallée de Larboust.

Au-dessus de ces calcaires se montrent des schistes carburés et des grauweekes noirâtres; il nous suffit de les signaler ici, car on les retrouve plus loin, en aval de Trébons.

- h'. — *Calcaires de Trébons*. — En descendant sur Trébons, nous sommes toujours sur un système à peu près analogue, ce que Leymerie a bien reconnu lorsqu'il disait que « Trébons et Cazaril sont dans la même situation géologique. »

Au sud de Trébons, les calcaires renferment des bancs d'eurilite qui n'ont pas échappé à l'attention du géologue toulousain.

- k. — *Calschistes et schistes ardoisiers*. — L'église de Trébons est bâtie sur des alternances de schistes argilo-calcaires et de calcaire gris-cendré; les schistes ardoisiers y sont bien développés.
- l. — *Schistes carburés*. — Les schistes carburés reparaissent mêlés de grauweekes noirâtres.

- m. — *Calcaires à orthocères*. — Plus loin, calcaire à orthocères, avec calcaire gris en plaquettes.
- n. — *Schistes carburés*. — En descendant vers le pont de Trébons, on retrouve des schistes carburés ; ils arrivent jusqu'au pont et renferment quelques plaquettes calcaires.
- o. — *Calcaires à encrines*. — Tout ce système silurien vient buter contre un escarpement en majeure partie calcaire que domine la tour de Castelblancat. Ce niveau représente probablement la base du dévonien.
- p. — *Schistes carburés de Sacourvielle*. — En poursuivant la coupe jusqu'aux environs de Sacourvielle (vallée d'Oueil), on rencontrerait de nouveau, dans une coume située en avant du village, une nouvelle masse de schistes carburés. Cette assise, qui sert de support au calcaire à encrines, n'est autre que celle déjà signalée au pont de Trébons.

En descendant vers Luchon par la grande route, à partir du pont de Trébons, on trouve, au-dessous des schistes carburés, des schistes noirs subardoisiens alternant avec du calcaire noir veiné de calcite ; ils correspondent aux schistes ardoisiens de Trébons.

Près du pont del Miey, est ouverte une carrière où l'on exploite de grandes dalles de calcschistes gris-bleutés, analogues à ceux du pont de Cazaux et de Cier-de-Luchon. Au-delà, le même système se poursuit, accompagné de dalles schisteuses.

Dans le voisinage du pont dit Debach, où la route passe sur la rive gauche du Larboust, se trouve une carrière de calcaire noir, veiné de blanc, employé pour l'empierrement et la fabrication de la chaux ; il est traversé par des filons de quartz, au contact desquels il s'imprègne de silice.

En somme, tout le système rencontré à partir des schistes carburés du pont de Trébons représente la série schisto-calcaire de Trébons et de Cazaril. L'inclinaison y varie fréquemment, ainsi que la direction et le pendage. Leymerie y a déjà remarqué (p. 238), dans le détail, « des perturbations locales assez marquées » et des contournements en voûte. Ces perturbations sont peut-être liées à la présence d'une roche éruptive qui se voit le long de la route sur une épaisseur de 8 à 10 mètres, et qu'on retrouve aussi en plein calcaire sur la rive droite du torrent de Larboust, dans la carrière de la Picadisse. Cette roche, déjà signalée par l'ingénieur François sous le nom de leptynite, est un granite à petits éléments, passant parfois à la microgranulite (*). Le calcaire qui avoisine ressemble à celui à *Echinosphærites* ; il en tient d'ailleurs la place ; le granite et le calcaire étant en contact immédiat, je serais porté à attribuer à l'action de cette roche éruptive la silicification du calcaire.

Les schistes carburés, si développés dans le haut de la montagne, au pied de Cazaril, ne sont guère visibles ici, mais ils prennent un large développement dans la vallée de Gourom et vers Sourrouil, où ils

(*) Il en sera question dans le chapitre relatif aux roches éruptives.

donnent une source ferrugineuse bien connue des baigneurs de Luchon ; toutefois reste à décider si ces derniers appartiennent à la zone *c* de la coupe ou à la zone *e*.

Une fois revenus au pont des Mousquères, notre point de départ, jetons un coup d'œil en arrière pour nous rendre compte de la structure de la montagne de Cazaril ; les répétitions fréquentes des mêmes assises, les perturbations locales signalées plus haut, les variations qu'éprouvent les assises dans leur direction, leur inclinaison et leur pendage, la différence de constitution de la montagne suivant qu'on l'étudie dans les parties hautes ou dans les parties profondes, tout cela nous montre que la structure de ce massif est complexe, et qu'on n'a pas affaire ici à une succession pure et simple d'assises d'âge différent.

Ces diverses considérations, corroborées par la prédominance de l'élément calcaro-ardoisier dans le bas et des schistes carburés dans le haut, me font admettre que le premier système forme des plis et des ondulations, dans lesquelles sont logés les schistes carburés, hypothèse qui est confirmée d'ailleurs par la présence des calcaires à orthocères au nord et au sud du calcaire de Cazaril ; j'ajouterai qu'au pied des escarpements qui supportent ce village, se trouve un calcaire gréseux, carié, rugueux à la surface, veiné de quartz, dont les caractères semblent analogues à ceux du calcaire à Echinosphærites du bas de la montagne.

Le diagramme relatif à la montagne de Cazaril, nous montre, en somme, la disposition suivante :

Les schistes satinés et avec eux les schistes carburés inférieurs plongent vers le nord pour ne plus reparaitre ; le calcaire à Echinosphærites, modification locale du calcaire de Cazaril, mais moins développé que lui, se retrouve sur la route du Larboust et au bas de Cazaril où il est accompagné de schistes ardoisiers et de calcaires rubanés. Tout ce système schisto-calcaire forme un grand synclinal légèrement ondulé dans lequel sont logés les schistes carburés, ceux-ci à leur tour pinçant dans leurs plis du calcaire à orthocères. Au nord de Cazaril la série devient régulière et on passe à des assises de moins en moins anciennes.

Du reste, l'axe du pli qui existe au nord de Cazaril ne se tient pas toujours à la même hauteur ; il descend du côté de Larboust en se rapprochant du val de Gourom ; il en résulte que les roches formant les ailes de ce pli occupent un niveau plus élevé au nord qu'au sud : c'est ainsi qu'au pont des Mousquères, les schistes satinés s'élèvent assez peu au-dessus du torrent du Larboust, tandis qu'en dessus de Barcugnas, ils arrivent à mi-hauteur environ de la montagne de

Cazaril ; c'est aussi par suite de cette disposition que la série schisto ; calcaire de Cazaril se montre d'une façon à peu près continue le long du Larboust, tandis que les schistes carburés supérieurs si développés au-dessous de Cazaril paraissent à peine au niveau de la route - ils sont placés trop haut pour que celle-ci puisse les atteindre.

Ce pli n'est d'ailleurs pas unique dans la montagne de Cazaril : la réapparition à Saccourvielle des schistes carburés du pont de Trébons semble dû à un autre synclinal, moins important, il est vrai, dans lequel est logé le calcaire dévonien à encrines de Castelblancat.

En définitive, si on tient compte de ces répétitions d'assises, la succession paraît être la suivante, en commençant par les niveaux les plus élevés :

D¹. — *Calcaire à encrines de Castelblancat.*

S³. — *Schistes carburés du pont de Trébons.*

Calcaire à orthocères de Trébons et du sud de Cazaril.

Schistes carburés de Trébons et du bas de Cazaril, à chistolites.

S²c. — *Schistes argileux, gris-cendré.*

S²b. — *Schistes ardoisiers de Trébons, à calschistes et eurilite ; à cet horizon correspond le calcaire rubané de Cazaril, le calcaire gréseux à Echinosphærites avec roches granitoïdes des environs du pont des Mousquères, et aussi le puissant système de schistes ardoisiers et de dalles lustrées qui se développe vers Cier-de-Luchon.*

S²a et S¹. — *Phyllades carburés du sud de Cazaril (schistes carburés inférieurs).*

A. — *Phyllades satinés du pont des Mousquères, avec tourmaline accidentelle.*

Schistes gneissiques, pétrosiliceux de Luchon, avec minéraux accidentels : grenat, gédrite, wernérite, mispickel.

Leymerie a donné de la montagne de Cazaril une description très détaillée et généralement exacte : il avait vu, mais sans y trouver des fossiles, le calcaire à Echinosphærites, et avait constaté sa présence à la base des schistes carburés ; on lui doit, d'ailleurs, cette remarque judicieuse que Trébons et Cazaril sont dans une même situation géologique. Toutefois, la récurrence des schistes carburés au sud et au nord de ce dernier village lui a échappé ; n'ayant pas rencontré dans cette région de traces organiques, il a été obligé de se baser sur ce qu'il avait vu ailleurs, et surtout à Marignac : c'est ce qui l'a amené, ici comme dans ce point, à attribuer au silurien supérieur toute la série surmontant les phyllades satinés.

Coupe de la vallée d'Oo.

Leymerie a déjà donné de cette vallée une belle coupe qui s'étend depuis la frontière espagnole jusqu'aux granges d'Astos ; j'ai cru devoir la reprendre, pour apporter quelques modifications sur l'âge des assises et la prolonger d'ailleurs jusqu'aux environs d'Oo et du col de Peyresourde.

Voici quelle est la succession à partir du sud :

G. — Terrain primitif. — La région des lacs glacés présente un singulier mélange de roches granitiques schisteuses et massives. Le granite porphyroïde domine vers les lacs inférieurs ; mais dans le haut, vers le



Fig. 105. — COUPE DE LA VALLÉE D'Oo
(Avec projection sur les crêtes limitrophes du Louron)

port et sur le versant espagnol, les roches primitives stratiformes prennent une certaine importance : on y trouve du *gneiss rubané*, parfois grenatifère ; des *leptynites* grenues, soit feldspathiques, soit micacées, soit amphibolifères, le plus souvent riches en grenats ; et sur le versant espagnol, du *calcaire cristallin* chargé de minéraux dont déjà Charpentier a fait mention.

γ. — Granite porphyroïde. — Cette formation, évidemment cristallophyllienne, qui se retrouve dans la région des glaciers de Clarabide, est recoupée par des filons puissants d'un *granite porphyroïde* que Leymerie regarde, à juste titre, comme analogue de celui de la Maladetta. Ce granite, habituellement gris, à grands cristaux d'orthose, se voit nettement en place vers le lac de Saounsat, au pic Quairat et au Montarqué, dans la crête des Spijols ; sur ces derniers points, Charpentier et après lui Leymerie ont signalé l'empâtement par le granite de blocs volumineux de gneiss et de schistes cristallins, à contours anguleux, particularité qui prouve la nature éruptive du granite et sa postériorité par rapport au terrain primitif. Nous avons déjà vu dans le granite des montagnes de Viella, conti-

nuation de celui de la Maladetta, un fait semblable. L'absence de ces filons granitiques dans les schistes archéens qui sont plus bas, rapprochée de leur fréquence dans les schistes primitifs, semble prouver que l'éruption a dû avoir lieu entre le dépôt du terrain primitif et celui de l'archéen. Les pegmatites, au contraire, se trouvent dans l'un et l'autre terrain et recourent le granite porphyroïde.

A et S¹. — Archéen et Cambrien. — Le granite porphyroïde descend jusqu'aux abords du lac Espingo ; sur ce dernier point, il forme des filons énormes plongeant vers le sud sous un angle de 80° environ. Par suite de ce renversement, qui est général dans la région d'Oo, ainsi que l'a bien remarqué Leymerie, il repose sur une formation schisteuse qui s'étend depuis le lac d'Espingo jusqu'au delà du lac d'Oo, formation puissante qui relève de l'Archéen et du Cambrien ; voici sa composition :

1. — *Schistes micacés*, grenus, du plateau d'Espingo.
2. — *Schistes quartzeux* avec intercalations de *schistes argileux micacés*.
3. — Filon de granite (*granulite*) traversé par du quartz blanc ou enfumé.
4. — *Schistes satinés*, avec filons de quartz enfumé.
5. — Gros filons de granite à mica blanc et de pegmatites.
6. — *Schistes micacés*.
7. — *Schistes satinés pétrosiliceux*, rubanés ; aussi, *schistes maclifères à staurotides* ; *schistes micacés à andalousite*, traversés par des filons de pegmatite et de quartz avec pyrite magnétique.
8. — *Schistes satinés siliceux* avec grenats confus.

S² a. — Silurien moyen. — Plus bas, *schistes argileux noirâtres*, couverts d'efflorescences aluno-ferrugineuses.

S² b. — Silurien moyen. — *Calcaires rubanés* ; bien visibles au sud du vallon d'Esquierry.

S³ — Silurien supérieur. — *Schistes carburés et calcaires ampéliteux* à orthocères et mâcles noires monochromes d'Esquierry et des granges d'Astau.

D'. — Dévonien inférieur. — Dans le bas, c'est-à-dire entre les granges d'Astau et le village d'Oo, on ne trouve que des *calschistes* gris, suivis de *schistes ardoisiers* gris bleuté, veinés de blanc (ardoisières de Labach), auxquels succèdent des *calcaires et calschistes à encrines*, avec intercalations de *schistes verts*, le tout plongeant vers le sud, par renversement.

La crête limitrophe du Larboust et du Louron donne successivement

D'abord des *calschistes* gris et des *schistes satinés subverticaux* ;

Puis alternances de *calcaires* gris ou verts, vaguement entrelacés, mêlés de *schistes ardoisiers* ;

Plus loin, *schistes ardoisiers* de Gouaux, analogues à ceux de Portet, de Labach, de Loudervielle et de Génost dans le Louron ; les ardoises sont souvent noires, souvent aussi teintées de vert ; elles sont accompagnées de *schistes siliceux*, parfois novaculaires, d'après Leymerie.

Dans la montagne d'en face, et plus exactement dans l'ardoisière de Labach, ce géologue signale sur les ardoises des points saillants alignés qui nous semblent correspondre à des *nérites*. Ces schistes, renfermant dans leurs plis des *calcaires* entrelacés et des *schistes versicolores*, se retrouvent avec des *nérites* au sud du col de Peyresourde, vers Gouaux.

Au col de Peyresourde, schistes argileux manganésifères, comme ceux de Cathervielle, avec trilobites ; ils sont accompagnés de schistes siliceux porcellaniens devant leur silice à des injections de quartz ; le manganèse est très fréquent dans ces parages, aussi bien sur le versant de la Haute-Garonne que sur celui de la Neste de Lourn.

Au-dessus, viennent des schistes ardoisiers exploités dans les montagnes de Portet, puis des calcaires à goniatites.

La disposition symétrique des diverses assises, les variations qu'elles éprouvent dans leur plongement montrent que, depuis Esquierry jusqu'au nord du col de Peyresourde, les couches forment d'abord un pli synclinal, puis un anticlinal passant par le col ; cette disposition, qui avait été reconnue par Leymerie, rend difficile l'étude de la succession ; néanmoins, en se basant sur les répétitions symétriques des assises, je crois que la série est la suivante à partir d'Esquierry :

- 1° *Calschistes avec schistes satinés*..... D^{1a}
- 2° *Schistes argileux, parfois ardoisiers, à Trilobites, avec schistes siliceux*..... D^{1b}
Schistes ardoisiers à Néréites.
- 3° *Calcaire à encrines*..... D^{3a}
- 4° *Calcaires entrelacés à goniatites*..... D^{3b}

Coupe des environs de Cathervielle.

Reste à fixer la position stratigraphique des schistes à trilobites de Cathervielle, rendus célèbres par les travaux de M. Barrois.

Aucune coupe n'ayant été donnée relativement à ce gîte intéressant, j'indique ci-dessous les assises qu'on trouve en amont de Cathervielle, après la moraine de Garin (fig. 406) :



Fig. 106. — COUPE DES ENVIRONS DE CATHERVIELLE
(Avec projection sur la montagne de Peyresourde).

- D^{1a}. — 1° Schistes ardoisiers et calschistes à encrines de Garin ;
D^{1b}. — 2° Schistes roussâtres, sans fossiles, des granges de Cathervielle ;
3° Schistes roussâtres, manganésifères, à Trilobites et autres fos-

siles avec intercalations de rares bancs de calschistes. C'est ici que se trouve le gîte principal.

D²D³ — 4° Calcaires à encrines.

5° Calcaires colorés à goniatites et schistes versicolores.

Dans le vallon de Poubeau, relations analogues ; aussi au col de Peyresourde.

L'assise fossilifère se place donc entre l'horizon bien connu du calcaire à goniatites dont il n'est séparé que par quelques calcaires à encrines, des bancs de calschistes et des schistes ardoisiers.

Quels sont les rapports de ces dernières assises avec le silurien ?

Ouest

Est



Fig. 107. — MONTAGNES DE CATHERVIELLE
(Vue prise sur le chemin du Port de Peyresourde).

Ici une moraine puissante empêche de les reconnaître. Mais suivons ces calschistes inférieurs du côté de l'est ; nous les verrons (fig. 108) reposer, à Castelblancat et à Sacourvielle, sur les schistes carburés supérieurs à Orthocères : mêmes relations au nord du vallon d'Esquierry. La lacune est donc comblée, et l'on peut dès lors établir la succession.

Ces schistes se placent bien entre l'étage E, et le Coblencien, comme le pense M. Barrois ; mais sont-ils du silurien (étage G), comme l'admet ce savant géologue qui y voit un faciès argileux de l'Herceynien, ou du dévonien inférieur ainsi que l'avait admis Leymerie. Pour des raisons que nous avons indiquées dans nos généralités, nous penchons plutôt vers cette dernière détermination : cette solution semble s'imposer si on remarque combien faible est la distance qui sépare ce niveau du calcaire à goniatites, combien grande, au contraire, est l'épaisseur des couches qui le séparent de l'horizon du calcaire à Cardioles.

Si, en ce qui concerne les schistes de Cathervielle, les divergences se réduisent à une question d'accolade, il en est tout autrement des ardoises à néréites de Bourg-d'Oueil ; ce niveau n'est pas inférieur à celui de la Cardiola interrupta, mais vient se placer, ainsi que l'avait reconnu Leymerie, très haut dans le dévonien, à la base des calcaires à goniatites, comme l'indique notre coupe (fig. 106).

Conclusions. — Les coupes ci-dessous, tout en permettant de suivre la continuité des assises à travers la vallée de Larboust, servent à

Fig. 108. — COUPES PARALLÈLES A TRAVERS LE PAYS DU LARBOUST ET D'OEUIL



résumer la structure de cette vallée : dans les trois, mêmes assises, mêmes relations stratigraphiques.

Du côté sud nous voyons reposant, mais parfois avec faible renversement, sur les calcaires du silurien moyen, les schistes carburés supérieurs d'Esquierry, de Médassoles, du pont de Trébons. Ceux-ci à leur tour supportent dans un pli synclinal le dévonien inférieur logeant parfois dans ses plis le dévonien supérieur, puis ils forment une voûte, visible dans la coume de Sacourvielle, où elle est flanquée de part et d'autre par le dévonien inférieur ; les schistes carburés se voient encore, grâce à leur trainée noire, le long du Larboust au bas du village de Cazaux ; plus loin, la voûte se poursuit, mais les schistes carburés sont masqués par la moraine de Garin. Il en résulte qu'aux abords du col de Peyresourde, on ne voit que les revêtements de cette voûte, disposés, de part et d'autre du col, d'une manière à peu près symétrique, ainsi que l'avait admis Leymerie.

Du côté nord de la voûte et après le silurien supérieur se montrent, quand le contact est visible, les calcschistes et schistes ardoisiers à encrines (D¹a), puis les schistes fossilifères de Cathervielle (D¹b) ;

plus haut, d'autres schistes ardoisiers; puis des calcaires à encrines (D³a), suivis de calcaires à goniatites (D³b).

Ainsi, nous retrouvons ici les ondulations de la vallée de la Pique; mais, vu l'altitude des assises et l'affaissement général des terrains vers l'ouest, la clef de voûte des plis n'atteint pas des zones aussi basses que dans cette dernière région.

VALLÉE DE LA BAROUSSE.

Le pays de Barousse qui, administrativement, fait partie des Hautes-Pyrénées, se divise, au-dessus de Mauléon, en deux dépressions (vallées de Sost et de Ferrère).

Nous y retrouverons les terrains déjà vus entre Siradan et Cierp; toutefois le dévonien et le carbonifère prennent une plus large extension. Les deux vallées ont une structure identique.

Coupe du vallon de Ferrère (fig. 109).

J. — *Jurassique* de Mauléon-Barousse, correspondant à celui de Siradan.

S³. — Par delà une faille qui continue celle de Siradan, *silurien* représenté par des schistes noirs très développés aux environs de Ferrère.

γ. — Puis, limitée par deux failles, masse importante de *granite*. La pegmatite parait y dominer. Sur sa lisière nord et au contact d'une faille, source minérale des Chalets-Saint-Nérée, qu'on retrouve à peu près identique à Sost et au lac de Saint-Béat.

J. — Calcaire cristallin du pic de Montlas, identique à celui de Saint-Béat. Il appartient au *jurassique*.

T. — Au confluent du Salabé et de l'Ourse de Ferrère se développe le *trias*, formé d'argilolites rouges, de grès et de conglomérats quartzeux.

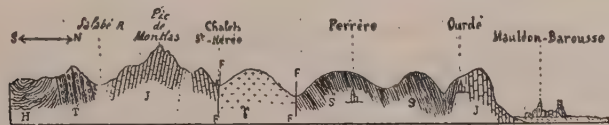


Fig. 109. — Coupe le long de la vallée de Ferrère (Barousse).

H. — Au-delà, schistes noirâtres du *carbonifère*.

Plus amont, le *dévonien* prend un très grand développement dans la partie supérieure de la Barousse, où il va se rattacher à celui d'Oueil.

Coupe de la vallée de Sost.

Au confluent du Salabé et de l'Ourse de Ferrère se trouve une dépression qui conduit dans la vallée de Sost. Suivons-la et recoupons les terrains en sens inverse. Dans la descente sur Mauléon on trouve:

Calcaires jurassiques de Montlas. — Ils varient fréquemment de faciès et

de composition. Avant d'arriver à Sost, calcaires noirâtres; calcaires gris cendré grenus, friables, passant à la dolomie. Dans le haut, près d'une carrière où on a exploité un marbre analogue à celui de Saint-Béat, calcaire dolomitique blanc sale, pointillé de taches noirâtres (graphite terreux). Au-delà de Sost, calcaires blancs ou gris cendré, rubanés et fétides; dolomies, cargneules; calcaires gris ou blancs, parfois saccharoïdes, et à limonite épigène.

Ces calcaires, qui ont plus d'un kilomètre de puissance, plongent au début vers le sud, puis vers le nord.

Granite des bains de Sost. — Les bains de Sost sont, comme ceux des Chalets-Nérée, sur la séparation du calcaire et du granite. Dans la gorge située en aval, grandes masses de granite à mica noir, à gros éléments, parfois porphyroïde, traversé par des filons de pegmatite tourmalinifère et de quartz. C'est la suite du massif éruptif de Chaum.

Phyllades archéens d'Esbarech. — Près du pont d'Esbarech, phyllades satinés, gris cendré, identiques à ceux du pont des Mousquères, près Luchon; ils sont chargés aussi de tourmalines aciculaires dues, selon toute apparence, à l'action de la pegmatite tourmalinifère. Le métamorphisme de contact n'est pas douteux ici, car il y a apport de substance; cette particularité témoigne de la postériorité de la pegmatite par rapport aux schistes satinés. Plus loin, phyllades grenatifères comme à Luchon. Puis phyllades d'un noir brillant, traversés par un filon de quartz cuprifère; c'est la continuation probable du filon de Saléchan.

Schistes argileux. — Probablement cambriens, correspondant à ceux de Ferrère.

Calcaires jurassiques de Mauléon.

Considérations sur l'âge du marbre de Saint-Béat

Un des points les plus controversés de la géologie pyrénéenne est celui qui concerne le marbre statuaire de Saint-Béat. Quelle est son origine? A quelle époque remonte sa formation? Ce sont là deux questions sur lesquelles on est loin d'être d'accord.

Cette formation puissante, constituant à elle seule de vraies montagnes, a été rapportée à des horizons géologiques bien différents :

Pour les uns, c'est du *jurassique* (Dufrénoy, Durocher, François, Dieulafait); pour d'autres, du *carbonifère* (Coquand, Magnan, Garrigou); quelques-uns y voient de l'archéen (Viguier); d'autres, enfin, du terrain primitif (Charpentier, Boubée, Leymerie).

Pour l'attribuer au terrain primitif on a invoqué : 1° sa cristallinité et sa richesse en minéraux; 2° ses relations avec le gneiss.

Sans doute, la cristallinité de ce calcaire le rapproche des calcaires de la série primitive. Remarquons toutefois que ce caractère se retrouve dans les Pyrénées à des niveaux bien différents, dans le jurassique (calcaires d'Aulus), dans le silurien (calcaire de la Peña blanca).

D'autre part, dans ce calcaire, jamais de cipolins véritables, jamais des alternances avec les gneiss et les schistes primordiaux.

Quant à ses relations avec le terrain primitif, elles paraissent purement fortuites et résultent de bouleversements dûs à des failles. Le calcaire, il est vrai, est en contact, du côté nord, avec le gneiss dont il semble, sur certains points, partager l'allure ; mais si on suit le contact vers l'ouest dans les montagnes de Cierp et de la Barousse, on constate que non seulement la concordance cesse d'exister, mais encore que le calcaire bute contre des terrains différents : c'est ainsi que dans la Barousse il est juxtaposé au granite éruptif.

D'un autre côté, si ce calcaire était primitif, pourquoi ne le retrouverait-on pas sur le versant opposé, au-dessus des gneiss du Gar ; aussi dans le massif de Superbagnères identique à celui de Saint-Béat.

C'est pour des motifs analogues que nous repoussons son assimilation à l'archéen ; en outre, où seraient les schistes satinés si habituels à ce niveau ?

Ce calcaire est-il carbonifère comme l'admettait Coquand ? Faisons observer tout d'abord que l'assimilation du calcaire de Saint-Béat au calcaire à Amplexus d'Ossau est, comme l'avancait Leymerie, bien difficile à établir, vu l'éloignement.

Il est vrai que dans la vallée de la Garonne, comme dans celle de la Pique, le calcaire semble succéder à la série normale des terrains anciens ; à Saint-Béat, notamment, il n'est séparé du dévonien que par de l'ophite et du grès rouge. Néanmoins occupe-t-il réellement la position du carbonifère comme l'ont prétendu Coquand, Magnan, Garrigou ? Oui, si avec ces géologues, le grès correspond au vieux grès rouge dévonien d'Angleterre. Mais il résulte des recherches de M. L. Lartet, sur le carbonifère des Pyrénées que, dans la vallée de la Pique, le carbonifère est placé entre les marbres dévoniens de Cierp et le grès rouge ; ce grès rouge ne saurait donc être dévonien ; tout porte à croire qu'il appartient, soit au permien, soit et surtout au trias comme les travaux de Leymerie et de MM. Hébert et Jacquot semblent l'avoir établi. Le calcaire de Saint-Béat n'occupe donc pas la position du calcaire carbonifère, mais ses relations le placent au-dessus du trias.

Son attribution au jurassique est infiniment plus probable : d'abord, *il succède normalement au trias* qu'il y ait ou non interposition d'une ophite ou d'une faille.

D'autre part, comme l'a montré Dieulafait, le calcaire marmoréen de Saint-Béat se retrouve au pic du Gar, en lentilles, *au-dessous* du lias à bélemnites et *au-dessus* du trias.

En outre, malgré la discontinuité des affleurements dans la direction de l'est, il y a connexion entre le marbre de Saint-Béat et les calcaires cristallins de l'Ariège. Or, Dufrénoy et plus près de nous M. de Lacvivier, ont trouvé dans les schistes intercalés à ces calcaires, les fossiles du lias ; d'autre part, à Verdun (Ariège), M. Pouech a reconnu que ce calcaire est sous-jacent au lias à bélemnites. De mon côté, j'ai constaté que dans la Bellongue, ce calcaire est placé entre les schistes ardoisiers à ammonites d'Arrout et des plaquettes calcaires à fucoides reposant sur le trias.

Il semble donc que ce calcaire marmoréen vient se placer entre l'infra-lias et le lias moyen; ajoutons que ce calcaire présente fréquemment la disposition rubanée qui est si habituelle dans les Pyrénées aux calcaires qui se trouvent sur cet horizon. Dieulafait attribuait le calcaire de Saint-Béat au lias moyen; M. Capellini, à l'infra-lias; nous estimons qu'il appartient à la fois à la partie supérieure de l'infra-lias et au lias inférieur.

Le Saint-Gironnais est particulièrement instructif à ce sujet; nous y avons distingué trois zones de haut en bas.

1° *Zone des schistes ardoisiers.* — (Lias moyen et supérieur). — Ardoises à ammonites d'Arrout (Charpentier). — Schistes de Verdun à *Terebratula*, *Pectens*, *Bélemnites* (Pouech). — Schistes du Gar à *Terebratula Jauberti* (Dieulafait). — Schistes d'Antichan à ammonites (Gourdon et de Grammont). — Schistes de Moulis (nobis) à *Pentacrinus scalaris* et *Pectens*. — Schistes du col d'Agneit (Dufrénoy et de Lacvivier).

2° *Zone du calcaire cristallin.* — Calcaires de Saint-Béat et de Videsos. — Calcaires rubanés de Saint-Sauveur (Foix).

3° *Zone des schistes, grès et calcaires infra-liasiques.*

Nous ajoutons ici, à titre de complément, des coupes indiquant quelles sont, d'après Leymerie et Dieulafait, les relations du calcaire de Saint-Béat, d'une part avec l'ophite; de l'autre, avec les terrains

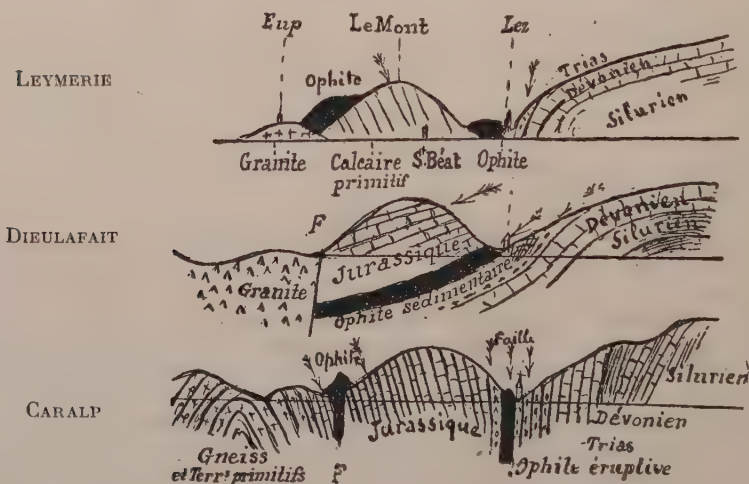


Fig. 110. — RELATIONS DU MARBRE DE SAINT-BÉAT

sédimentaires et primitifs. J'ai mis à côté un diagramme figurant ma manière de voir. Je diffère du premier par l'attribution de ce calcaire au jurassique; je m'écarte du second en ce sens que je regarde les ophites de Lez et d'Eup comme des roches éruptives venues par failles.

IV^{ME} PARTIE

ÉTUDE PAR TERRAINS

FORMATIONS SÉDIMENTAIRES

T. Cristallophyllien — T. Archéen
T. Silurien.

FORMATIONS ÉRUPTIVES & FILONIENNES

Granites — Porphyres — Roches vertes — Filons de quartz
Filons métallifères.

TERRAIN CRISTALLOPHYLLIEN

A la base des terrains sédimentaires, toujours plus ou moins riches en débris d'êtres organisés, se trouvent de puissantes masses minérales jusqu'ici azoïques, dont l'origine est encore problématique. Ces formations, les plus anciennes que l'on connaisse, ont reçu le nom de terrains primitifs. La dénomination de « terrain primordial, » qui n'engage en rien la question de leur ancienneté absolue, semblerait préférable, et plutôt encore celle de « terrain cristallophyllien, » qui répond à la fois à leur structure feuilletée et à leur texture cristalline.

Les limites de ce terrain sont fort indécises ; vers le haut, il s'arrête lorsque la sédimentation proprement dite, la sédimentation par voie aqueuse commence à s'accuser nettement ; par suite, la présence de cailloux roulés, preuve la plus manifeste de l'action de l'eau en mouvement, indiquera, comme l'a fait justement remarquer M. Hébert, des dépôts qui n'appartiennent plus à la période primordiale.

Terrain cristallophyllien des diverses régions pyrénéennes.

Rappelons ici les traits essentiels du terrain cristallophyllien que nous avons trouvé dans les Pyrénées centrales ; ici aussi nous procéderons en allant de l'est vers l'ouest :

Région d'Ax. — Dans la région d'Ax, le T. cristallophyllien est très développé : les coupes du lac de Naguille (fig. 2) et de Mérens (fig. 3), nous ont montré qu'au-dessus du gneiss et des micaschistes métamorphiques d'Ax, liés à l'action des pegmatites, se trouvent des masses puissantes de gneiss à mica noir et de gneiss glanduleux porphyroïde, renfermant quelques cipolins. Le gneiss granitoïde n'apparaît pas dans cette région, pas plus que le granite fondamental. Entre Mérens et l'Hospitalet (fig. 6), le gneiss à mica noir prend un grand développement et se montre également glanduleux ; parfois il y passe à l'état de gneiss rouge, probablement sous l'influence des pegmatites.

Massif du Picou. — Ce massif, qui s'étend entre Tarascon et Foix (fig. 20 et 21), est formé de T. primitif traversé par d'énormes masses granitiques. Des calcaires cristallins se montrent sur les deux rives de l'Ariège, à Mercus (fig. 24 et 23), un peu en amont de la gare, et à Arignac au nord du village (fig. 20) ; ces calcaires sont nombreux, variés, riches en minéraux accidentels ; ils renferment en outre des intercalations curieuses de roches vertes, surtout amphiboliques, dont nous avons déjà parlé et sur lesquelles nous reviendrons plus loin. Le massif de la Barguillière, réapparition de celui du Picou, renferme aussi quelques cipolins.

Massif des Trois-Seigneurs. — Il forme dans la Haute-Ariège (fig. 24), une région généralement très élevée, correspondant à celle que couronne le pic Saint-Barthélemy. Les roches granitiques y jouent un grand rôle aussi bien que les roches granulitiques ; mais néanmoins, l'ensemble est du T. primitif ; au-dessus d'Illier, il renferme quelques bancs calcaires.

Massif du Saint-Barthélemy. — A une constitution analogue à celle du massif des Trois-Seigneurs (fig. 8).

Vallée de Soulan. — La vallée de Soulan (fig. 26), partie inférieure du cours de l'Arac, est une gorge sinueuse et profonde, dont les escarpements abrupts et sauvages sont entaillés dans le granite et les schistes cristallins. Entre Soulan et Biert (fig. 32), le T. primitif, amplement développé, forme un grand pli synclinal. Si on remonte l'aile orientale de ce pli, on voit les schistes siluriens et archéens reposer sur des leptynites micacées et feldspathiques ; au-dessous viennent des gneiss à grains très fins (gneiss leptynoïdes), puis des gneiss feuilletés et finalement des gneiss glanduleux. La série est interrompue sur ce point, car le gneiss bute par faille contre un massif ophitique suivi de terrains secondaires. Le substratum de toutes ces assises se trouve dans la même vallée, entre Castet-d'Aleu et Pontaut (fig. 34) ; si on remonte l'Arac à partir de Pontaut, on rencontre successivement des leptynites, des gneiss feuilletés avec deux bancs de calcaire cipolin mêlé à de la matière serpentineuse ; des gneiss noduleux ou glanduleux, et enfin, à mi-distance des deux localités précitées, le tout repose sur le gneiss granitoïde amphibolifère de Soulan, passant insensiblement au granite fondamental à mica noir. Nous avons donc là la base de toutes les formations. En résumé, dans la vallée de Soulan la succession du haut vers le bas est la suivante :

Leptynites feldspathiques ou micacés.

Gneiss feuilleté avec cipolins et gneiss grenus.

Gneiss noduleux ou porphyroïde,

Gneiss granitoïde.

Granite à mica noir fondamental.

Massif de Castillon-Bethmale. — Le massif des Trois-Seigneurs se prolonge d'une manière continue jusqu'à Seix (fig. 27 et 40) où il est réduit à un mince liseré, et puis de là jusqu'à Bethmale et Castillon où il se termine en un gros empâtement (fig. 47, 49, 50) ; dans tout le trajet, le T. primitif est percé par des granites et des granulites.

Dans la région de Bethmale (fig. 50), le gneiss à mica noir domine, parfois grenatifère (col de la Quore), parfois graphiteux (forêt de Castillon) ; il a la plus grande ressemblance, comme faciès et comme minéraux accidentels, avec celui du pays du Labourd : presque toujours ce gneiss, qui se rapporte au gneiss granitoïde ou à d'autres types très anciens, est injecté d'une multitude de veinules blanches, formées par de la pegmatite kaolinisée ; le mélange est tellement intime, que nous croyons devoir lui attribuer le nom de *gneiss granulitique* ; sous l'influence de la pegmatite on voit se développer parfois dans le gneiss, de la sillimanite, de la fibrolite et de la stilbite en lames blanches divergentes (Bethmale).

Les injections de pegmatite, de granite à mica blanc et de granite à mica noir sont tellement nombreuses que les roches primitives sont très modifiées et qu'il devient difficile d'y reconnaître différents termes; je n'y ai pas vu de cipolins. Tout ce massif a une grande tendance à la désagrégation : les roches sont, par suite, fréquemment aréniformes et décomposées jusqu'à plusieurs mètres de profondeur.

Comme il a été dit, cet amas granitique se rattache, vers l'est, au granite-gneiss de Seix et du pic des Trois-Seigneurs; au nord-est, au T. primitif de Soulan; à l'ouest, il est recouvert par de larges dépôts jurassiques, mais il se poursuit en profondeur et va donner la main au granite-gneiss des environs de Saint-Béat.

Massif de Saint-Béat. — Le terrain primitif forme dans le bassin de Saint-Béat un affleurement assez étendu, qui apparaît à la base du pic du Gar et au piton de Géry (fig. 85, 86, 90). Vers l'ouest, il se relève et forme les hautes montagnes du Chaum (fig. 98), d'où il passe dans la Barousse pour continuer ensuite sans interruption jusqu'aux environs de Sarrancolin.

Leymerie et Zirkel attribuaient à tort un rôle éruptif aux masses granitiques qui sont à la base du pic du Gar; elles n'ont contribué en rien au soulèvement de cette montagne; car, ainsi que l'ont montré MM. Garrigou et Martin, ces roches granitoïdes sont essentiellement stratiformes : le gneiss y domine; d'ailleurs, les calcaires intragranitiques se montrent en plusieurs points : à la base du Gar, sur le chemin de Saint-Béat, à Eup, dans le piton de Géry, comme on a pu le voir dans nos coupes de la région de Saint-Béat (fig. 85, 86, 90).

La base des terrains primitifs ne paraît pas ici; du moins je n'y ai rencontré ni granite fondamental, ni gneiss granitoïde, mais seulement les gneiss rubanés et feuilletés, les cipolins et leptynites de la partie supérieure, le tout traversé par de nombreux filons de granite et de pegmatite formant parfois un enchevêtrement assez complexe : il en résulte que ces roches changent fréquemment de caractères et méritent bien le nom de *protéiques* que Leymerie leur avait donné.

La limite supérieure du terrain primitif est assez indécise : ici comme à Ax, beaucoup de micaschistes ne sont autre chose que des schistes archéens, modifiés par l'action des roches éruptives, de sorte que la plupart des géologues ont exagéré la part du T. primitif au détriment des terrains stratifiés les plus anciens.

Îlot de Milhas. — L'îlot de Milhas, qui se montre sur les bords du Ger, a la même constitution que le massif de Saint-Béat auquel il se rattache sous les pics de Cagire et du Gar, et que celui de Castillon avec lequel il serait en continuité si on supprimait, par la pensée, le revêtement de terrains jurassiques qui les sépare à la surface.

Massif de Lès et de Bossost. — Entre Lès et Bossost (val d'Aran), apparaît un vaste affleurement de terrain primitif (fig. 78, 79). Le gneiss y existe à peu près seul, traversé par de nombreux filons de granite et de pegmatite, celle-ci surtout sur la lisière du massif; d'ailleurs, pas de

gneiss granitoïde, mais seulement des gneiss rubanés gris rappelant ceux de Saxe, des gneiss feuilletés, des gneiss grenus passant parfois aux leptynites; pas de cipolins, du moins à ma connaissance. Cet ensemble offre une régularité remarquable, et comme inclinaison et comme direction. Du côté nord, il est en contact avec le terrain archéen qui, au contraire, a une allure tourmentée.

En somme, ici deux horizons seulement qui sont de haut vers le bas :

2° *Gneiss grenu à mica noir, avec filons de pegmatite.*

4° *Gneiss rubané à mica noir, avec filons de pegmatite et de granite à mica noir.*

Massif de Luchon. — Le terrain primitif de Saint-Béat reparait aux environs immédiats de Bagnères-de-Luchon sous les phyllades gneissiques du terrain archéen; il est peu développé et se montre surtout près de Castelvieu et à la base de la montagne de Superbagnères, avec les mêmes caractères que dans la vallée d'Aran. Je n'y ai guère rencontré ni le gneiss granitoïde ni le granite fondamental; aussi, bien qu'on n'y ait pas encore signalé de cipolins, mon avis est qu'il n'existe ici que la partie supérieure du terrain primitif; les roches d'intrusion, granites, pegmatites surtout, sont très développées. (Voir fig. 94 à 93, 100 à 102.)

Région d'Oo et de Clarabide. — Quoique dans ces hautes régions le granite éruptif, surtout la variété porphyroïde, forme des masses puissantes, on ne saurait méconnaître, comme l'a fait Leymerie, que ces masses sont subordonnées à des roches primitives stratiformes; M. Garigou a insisté sur ce point. Dans les montagnes avoisinant le port d'Oo (fig. 100 et 105), se trouvent des gneiss, divers schistes cristallins et particulièrement des leptynites grenatifères, des leptynites amphiboliques. Sur le revers espagnol, Charpentier a, dès longtemps, signalé quelques bancs de calcaire cristallin chargé de minéraux accidentels et surtout de grenat.

D'autres calcaires très réduits, il est vrai, se trouvent plus à l'est dans la direction du massif des monts Maudits.

La région des glaciers de Clarabide a la même constitution que celle des montagnes d'Oo. Le gneiss et les leptynites y sont souvent grenatifères.

Environs de Gavarnie. — Le gneiss se montre entre Gèdre et Gavarnie et constitue, en grande partie, les roches du Chaos; il est fréquemment glanduleux. Aux approches de cette dernière localité, il présente des intercalations d'un calcaire blanc, zoné; des dolomies grenues, cristallines, mêlées d'un talcoïde gris verdâtre faiblement nacré, l'accompagnent souvent. Dans la même zone se trouvent des leptynites, des micascistes et des diorites schisteuses. Ce système est recoupé par des filons de granite à mica noir et de granite tourmalinifère à mica blanc.

Massif du Pic du Midi. — Au nord-ouest du Pic du Midi de Bigorre, se présente le T. primordial des environs du Lac-Bleu, servant de sous-bassement aux assises plus récentes de cette montagne. On y trouve du

gneiss glanduleux, des gneiss rubanés, des gneiss grenus, des leptynites et des calcaires cristallins.

Massif de Loucrup. — En aval de Bagnères-de Bigorre, le T. primitif constitue un petit affleurement; les roches sont fréquemment aréniformes : on y rencontre des gneiss, surtout des gneiss feuilletés et quantité de pegmatites dont certaines sont graphiques et renferment, comme à Ax et à Luchon, du mica palmé.

Caractères pétrographiques

Les caractères pétrographiques sont ici de la première importance; toutefois, les roches pyrénéennes ne différant pas, au fond, de celles des autres pays, je me bornerai à les décrire d'une manière rapide, sauf à insister sur celles qui me paraîtront présenter de l'intérêt.

Ici aussi nous trouvons une double série : l'une riche en acide silicique (*série acide*), l'autre dans laquelle les bases prédominent sur la silice (*série basique*), mais la séparation des deux n'est pas nettement tranchée; de sorte qu'on pourrait, à l'exemple de quelques auteurs, admettre une série neutre.

La *série acide* comprend, avec le granite fondamental, des gneiss, des micaschistes, des leptynites, des halleflinta, des quartzites; la *série neutre*, des calcaires cristallins; la *série basique*, des chloritoschistes, des amphibolites, des diorites, des serpentines.

Granite fondamental. — Il est formé, comme le granite normal, de mica noir, de quartz et de feldspath; l'amphibole, quoique accidentelle, y est assez fréquente. Nous n'avons guère remarqué ce granite que dans l'Albère orientale et le défilé de Soulan. Dans ces régions, il est à grains gros ou moyens et se désagrège habituellement avec facilité en donnant des masses sphéroïdales (décomposition boilaire). Sa liaison intime avec le gneiss par des passages graduels et des alternances, justifie les appellations de granite-gneiss et de granite gneissique sous lesquelles on a désigné cette roche. Dans la pratique nous distinguerons des granites éruptifs ce granite en couches par ses relations avec les gneiss les plus anciens et l'absence dans sa masse de fragments englobés de nature gneissique.

Gneiss. — Les gneiss pyrénéens sont, les uns à éléments gros ou moyens, les autres à éléments finement grenus. Les premiers occupent habituellement les parties inférieures du terrain primitif; les seconds se tiennent plus haut et ressemblent parfois aux micaschistes auxquels d'ailleurs ils se lient par des passages et des alternances.

On peut distinguer dans ces gneiss diverses variétés :

a). — *Gneiss granitoïde.* — Il a les mêmes caractères que le gra-

nite; seulement le mica, au lieu de se présenter en lamelles hexagonales disposées en tous sens, est à l'état de lambeaux discontinus, vaguement orientés, sans contour régulier. Dans ce gneiss, le plus ancien de tous, la structure zonaire est très peu accusée; elle paraît plus manifeste dans les parties en désagrégation. Chez les gneiss plus élevés dans la série, le mica devenant plus abondant et tendant à se réunir en membranes, la schistosité est des plus nettes.

Le gneiss granitoïde est largement développé entre Soulan et Pontaut; j'en ai remarqué aussi des traces près de Luchon, sur le bord méridional du ravin de Bagnartigue.

b). — *Gneiss glanduleux, œillé, porphyroïde*. — Ces gneiss, qui se caractérisent, comme on le sait, par le développement de feldspath orthose en gros cristaux habituellement mâclés ou en ganglions ellipsoïdaux, sont supérieurs, stratigraphiquement, au gneiss granitoïde. Le mica est ici bien orienté; ses lamelles étant plus nombreuses et par suite plus rapprochées, la disposition zonaire est plus apparente. Ces gneiss se rapprochent des gneiss rubanés dont il va être question et n'en sont peut-être que des variétés métamorphiques; ils sont très développés au sud d'Ax, à la montée du lac de Naguille et dans le défilé de Mérens; on en trouve également des traces dans la vallée de Soulan, en aval de Biert.

c). — *Gneiss rubanés, gneiss zonaires*. — C'est le gneiss normal, le plus commun dans les Pyrénées; l'œil y distingue des rubans généralement assez larges, composés de feldspath et de quartz en association granitoïde, et d'autres plus minces formés presque uniquement de mica membraneux. Les gneiss rubanés qui, par une sorte d'étirement, donnent le *gneiss fibreux*, ne diffèrent guère des gneiss porphyroïdes que par l'absence des gros cristaux de feldspath; mais ils ont généralement une allure plus régulière, et leur stratification est plus marquée. Les uns et les autres succèdent au gneiss granitoïde.

d). — *Gneiss feuilletés et gneiss grenus*. — Plus haut dans la série, le feldspath et le quartz deviennent grenus et presque imperceptibles; en même temps les zones de mica se rapprochent en donnant à la roche une structure feuilletée; on est alors sur l'horizon des *gneiss grenus* et des *gneiss feuilletés*. Par la petitesse de leur grain, certaines variétés mériteraient d'être appelées *gneiss leptynoïde*.

A côté de ces variétés de texture, il y a des variétés de composition, dues surtout à la présence de certains minéraux accidentels :

Gneiss graphiteux (forêt de Castillon); *gneiss chloriteux* (défilé de Mérens); *gneiss amphibolifère* (Soulan); *gneiss grenatifère* (col de la Quore, montagnes d'Oo et de Clarabide).

D'autres sont plus spécialement liées à l'action de contact des pegmatites :

Gneiss à sillimanite et à fibrolite (montagnes de Castillon, vallée de Bethmale); *gneiss à muscovite*; *gneiss à deux micas* (biotite et muscovite); *gneiss granulitique*, injecté par de fines veinules de pegmatite (montagnes de Castillon, vallée de Bethmale, massif du Picou au sud de Foix).

Dans tout ce qui précède nous n'avons fait allusion qu'aux *gneiss primitifs*; le terrain archéen nous présentera des *gneiss métamorphiques* résultant de la transformation de véritables sédiments, pouvant contenir, par suite, des éléments détritiques. On sait, d'autre part, que sous l'influence d'actions dynamiques, le granite éruptif peut prendre la schistosité du gneiss et devenir ce qu'on a appelé improprement du *gneiss éruptif*. Le nom de « granite gneissique » semblerait peut-être préférable s'il n'avait été déjà appliqué au granite-gneiss fondamental.

Micaschistes. — Les micaschistes proprement dits, formés uniquement de quartz et de mica, sont rares; presque toujours ils renferment du feldspath et passent au gneiss. Leur place n'est pas bien déterminée, car ils alternent fréquemment avec les gneiss normaux dont ils ne sont que des monstruosité, et présentent, comme eux, des variétés à gros grains et des variétés grenues; le plus souvent pourtant ils tendent à prédominer à la partie supérieure du terrain primitif. Ici le mica est habituellement à l'état de larges membranes souvent ondulées; le grenat y est fréquent.

Leptynites. — Dans ces roches rubanées, essentiellement formées de feldspath grenu prédominant et de quartz, les éléments acides et basiques se séparent par zones distinctes plus ou moins larges: les zones acides, de couleur claire, sont composées essentiellement de quartz et de feldspath à l'état grenu, auxquels se joint très souvent le grenat; les zones basiques, de couleur toujours sombre, noirâtre ou verdâtre, renferment, en outre, beaucoup de mica, de chlorite ou d'amphibole. Quand ces zones alternantes sont assez minces pour se répéter en grand nombre dans un même échantillon, le leptynite présente alors nettement une disposition rubanée montrant bien que c'est une roche de dépôt. Quand, au contraire, les diverses zones sont très distancées les unes des autres, un échantillon pris dans la roche peut être entièrement compris dans la même zone; alors la disposition rubanée cesse généralement de se montrer; les parties claires ou blanches donnent des *leptynites feldspathiques*, formés essentiellement de feldspath et de quartz grenu; les parties sombres, basiques, donnent des *leptynites micacés*, des *leptynites amphiboliques*, et parfois des *leptynites diallagiques*.

Halleflinta. — Quand le grain des leptynites est fin au point d'être imperceptible, la roche, tout en conservant sa structure rubanée, devient compacte et donne le *halleflinta*. Sauf quelques traces douteuses, le *halleflinta* ne paraît pas, dans les Pyrénées, appartenir au terrain primitif, mais plutôt à la base de l'archéen ; les schistes pétrosiliceux, en effet, ne sont bien souvent que des *halleflinta* grossiers et ont avec eux la plus grande similitude.

Quartzite. — Quelques *quartzites micacées* se montrent dans le terrain primitif ; mais ce sont des monstruosité de micaschistes ou, si l'on veut, des micaschistes à quartz prédominant ; ils ont toujours une schistosité grossière (*quartzites schisteux*). Mais les vrais quartzites, les *quartzites compactes*, à cassure esquilleuse et conchoïdale, ne font, d'après nous, leur apparition que dans l'archéen et le cambrien.

Calcaires. — Les calcaires intra-granitiques sont assez fréquents dans les Pyrénées ; mais, à l'exception de ceux des environs de Tarascon et de Saint-Béat, ils n'ont généralement qu'une faible puissance. On doit à M. Garrigou d'avoir, un des premiers, attiré l'attention sur ces roches qu'il considérait, à juste titre, comme laurentiennes. Voici quels sont, à ma connaissance, les gîtes qui existent dans l'Ariège et la Haute-Garonne :

Haute-Ariège : montée du lac de Naguille ; massif du Saint-Barthélemy ; Mercus et Arignac ; Illier ; divers affleurements dans la vallée de la Barguillière ;

Haut-Salat : Pontaut (vallée de l'Arac) ;

Haute-Garonne : Eup et Géry (environs de Saint-Béat) ; Port vieux de Luchon ; Port d'Oo (versant espagnol).

La plupart de ces gîtes ont été décrits au cours de ce travail, souvent même figurés dans les coupes. J'ai indiqué, à cette occasion, les variations minéralogiques de ces calcaires primitifs et les conditions de leur gisement ; je me contenterai donc de rappeler ici les caractères les plus essentiels de chacun de ces affleurements.

1^o *Montée de Naguille.* — Dans les gneiss situés en aval du lac de Naguille (fig. 2), M. Garrigou a signalé la présence d'un calcaire laurentien. J'ai vu sur ce point du calcaire cristallin, grenu, nettement rubané, en partie dolomitique ; les minéraux accidentels y sont fréquents, le mica surtout domine, transformant la roche en un véritable cipolin ; par places, des filonnets de quartz rendent ce calcaire siliceux. Ces calcaires ont peu de puissance ; quant à ceux du lac, ils relèvent, d'après moi, du terrain primaire.

2^o *Massif du pic Saint-Barthélemy.* — Dans ce massif, formé essentiellement de roches primordiales, M. Garrigou a signalé aussi des calcaires laurentiens que je ne n'ai pas eu l'occasion de visiter.

3° *Mercus*. — Le gîte de Mercus est assez important pour qu'on y ait ouvert une carrière. M. Garrigou en a donné une coupe. De mon côté, dans ma description de la Haute-Ariège, j'ai étudié ce point avec détail (fig. 21, 23). Les calcaires se trouvent intercalés dans les gneiss, et ils alternent avec des roches amphiboliques; des filons-couches de pegmatite les traversent en plusieurs endroits. Le calcaire présente de grandes variations comme texture (lamellaire, grenu, saccharoïde) et comme couleur (blanc pur, blanc sale, jaunâtre, gris bleuté). Parfois il devient magnésien; parfois il offre une sorte de disposition onduée due à la présence de rubans siliceux ou quartzo-feldspathiques. Les minéraux accidentels y sont abondants, quelques-uns dans un état de ténuité qui les rend difficilement perceptibles. J'y ai trouvé notamment, en m'aidant du microscope: des micas pour la plupart hydratés (mica blanc, mica vert, mica jaunâtre ou bronzé), du graphite en fines lamelles, du feldspath lamellaire, des minéraux métalliques (pyrite de fer, limonite épigène, pyrite magnétique); beaucoup plus rare est la tourmaline (tourmaline brune, tourmaline verte) et le titane rutile, celui-ci en cristaux gris d'acier ou rouge sombre, à éclat adamantin.

J'ai la conviction que des recherches plus approfondies m'y feront découvrir de nouvelles espèces minérales.

4° *Arignac*. — Le gîte d'Arignac, décrit par M. Garrigou, puis par M. de Lacvivier, se rattache au précédent et n'en est séparé que par l'Ariège (fig. 20). Les calcaires sont accompagnés de gneiss feuilletés et d'amphibolites, ces dernières roches se montrant surtout du côté nord, où elles alternent avec le calcaire. Ici aussi signalons la présence de filons de pegmatite. Ces calcaires primitifs ont les mêmes caractères que ceux de Mercus; les minéraux accidentels y abondent à certains niveaux; ils sont d'ailleurs les mêmes que dans le gîte précédent.

5° *Illier*. — Le calcaire d'Illier, dans la vallée de Vicedessos, relève du massif primordial du pic des Trois-Seigneurs; il a été signalé à Seignette par l'abbé Alzieu. Il paraît sans importance.

6° *Vallée de la Barguillière*. — Aux environs de Foix se montrent, intercalés dans le terrain granitique, quelques bancs de calcaire qui ont été signalés par MM. de Lacvivier et Bastian. Ils donnent la preuve que le massif cristallin de la Barguillière est, non du granite éruptif d'âge récent, comme certains géologues l'ont affirmé, mais du terrain cristallophyllien percé par des granites éruptifs, ceux-ci n'ayant aucun rapport avec les formations secondaires qui sont dans le voisinage.

7° *Vallée de l'Arac*. — Je n'ai pas rencontré dans la vallée de l'Arac le calcaire que M. de Lacvivier y mentionne aux environs de Nabeos; d'autre part, s'il a vu le calcaire de Pontaut, il l'a mal indiqué sur sa

carte. Ce gîte n'a d'ailleurs qu'une importance minime ; il se trouve sur la rive gauche de l'Arac, presque en face le château de Pontaut (fig. 34). Il consiste en deux petits bancs calcaires séparés par des gneiss ; la roche est tantôt grenue, tantôt compacte ; sa couleur est le blanc, mais un blanc nuancé de gris bleuté et de vert. Le calcaire est mêlé, quoique en faibles proportions, de stéatite grossière et de serpentine verdâtre. Sa position stratigraphique le place sur l'horizon supérieur du terrain primitif, car il alterne avec des gneiss grenus et feuilletés, des gneiss chloriteux, des gneiss leptynoides. Ici aussi un filon de pegmatite est au contact.

8° *Eup*. — Sur le chemin de Saint-Béat à Eup, au pied des grands escarpements du calcaire marmoréen (fig. 83), les gneiss présentent de nombreuses alternances calcaires ; le tout est séparé du calcaire marmoréen par une faille remplie en partie par de l'ophite. Ainsi que je l'ai indiqué dans ma coupe de la vallée d'Aran, les roches y sont variées : cipolins, calcaires saccharoïdes du blanc le plus pur, calcaire zoné, calcaire vert clair, calcaire dolomitique, etc. Comme minéraux accidentels : mica noir ou bronzé, pyrite martiale, pyrite magnétique, talcoïde blanc nacré (correspondant peut-être à quelque mica hydraté), amphibole verte (celle-ci due probablement au voisinage de l'ophite). Un filon de pegmatite traverse le calcaire cristallin.

Ces intercalations intra-granitiques avaient été déjà signalées et décrites par M. M. Garrigou et Martin ; le granite de la base du Gar n'est donc pas éruptif et, contrairement aux vues de Leymerie, n'a eu aucun rôle dans le soulèvement de cette montagne ; à plus forte raison ne peut-il être considéré comme un granite éruptif de l'époque jurassique, ainsi que l'admettait Zirkel. Dans ses divers travaux, M. Garrigou a bien mis ce point en évidence.

9° *Géry*. — Le piton granitique de Géry, qui est sur le prolongement du massif primordial d'Eup et se trouve dans les mêmes conditions stratigraphiques, renferme aussi plusieurs bancs calcaires. En résumant la succession que j'ai indiquée dans une coupe du vallon de Marignac (fig. 90), on trouve en série descendante :

- 1° Leptynites grenus et rubanés ;
- 2° Calcaires cipolins et calcaires rubanés ;
- 3° Gneiss feuilleté ;
- 4° Calcaires cristallins alternant avec du gneiss amphibolifère ;
- 5° Gneiss feuilleté ;
- 6° Calcaires cristallins ;
- 7° Leptynites feldspathiques très rubanés ;
- 8° Gneiss très micacé ;
- 9° Gneiss gris à mica noir.

Il résulte de cette coupe que les calcaires alternent à diverses re-

prises avec des leptynites, des gneiss grenus, des gneiss feuilletés ; les gneiss largement rubanés se trouvent dans des zones plus profondes. Les calcaires de Géry, d'ailleurs analogues à ceux d'Eup, appartiendraient donc à la partie supérieure du T. primitif.

10° *Port vieux de Luchon*. — Il y a là, dans le gneiss, un banc de 2 à 3 mètres d'épaisseur, renfermant de l'idocrase et des grenats.

11° *Port d'Oo*. — Sur le revers sud du port d'Oo, existe un gîte très restreint de calcaire, signalé pour la première fois par Charpentier ; il se trouve dans des gneiss et des leptynites amphiboliques.

Chloritoschistes. — Les vrais chloritoschistes (quartz et chlorite) n'existent pas ici dans le terrain primitif. Je n'en ai guère trouvé que sur le chemin de Biert au Pech-d'Arbiel. Dans le terrain archéen, les roches chloritées sont plus fréquentes, mais ce sont plutôt des phyllades chloriteux ou, si l'on veut, des schistes chloriteux ; signalons, à cet égard, les schistes grenatifères du Portillon de Burbe.

Amphibolites. — Les amphibolites sont, en quelque sorte, accidentelles dans les schistes cristallins des Pyrénées centrales. Je n'ai eu l'occasion d'en trouver que dans une seule région, le bassin de Tarascon ; elles existent sur les deux rives de l'Ariège et forment des filons-couches alignés à peu près suivant la direction générale des Pyrénées. Sur la rive gauche, les amphibolites se montrent entre Amplaing et Arignac ; sur la rive droite, entre Mercus et Bompas ; dans les deux cas, au milieu des calcaires et alternant avec eux.

Sur la *rive gauche* (fig. 20), au contact du calcaire, banc d'amphibolite à texture granitoïde et à structure zonaire très accusée, formée de rubans alternativement clairs et sombres : les premiers, de couleur jaune ou vert-pistache sont surtout constitués par de l'épidote ; les seconds, vert sombre, sont surtout formés par de l'amphibole. Quelquefois ces deux minéraux s'isolent et donnent des cristaux assez nets ; le plus souvent, ils s'associent l'un à l'autre. La calcite est assez fréquente dans cette roche, soit qu'elle forme le remplissage de cavités, soit qu'elle pénètre la roche d'une manière assez intime pour la rendre effervescente. Cette calcite provient-elle de la décomposition d'un feldspath calcique, est-elle originelle, ou bien est-ce là un produit d'infiltration ? Il serait difficile de le dire. Pourtant, certaines variétés renferment du feldspath et ressemblent alors, à s'y méprendre, à de véritables ophites. Quelques variétés rubanées, riches en épidote, passent à l'état compacte et constituent des sortes d'épidotites.

Les amphibolites de cette région, avec leurs épidotites subordonnées, sont identiques, ces dernières roches surtout, aux amphibolites et aux épidotites qui, dans l'anse du Pouldu, en Bretagne, sont inter-

calées dans les chloritoschistes de la série primitive. Malgré l'absence de chloritoschistes dans cette partie des Pyrénées, je tends à considérer ces deux niveaux comme synchroniques.

Sur la *rive droite*, à mi-distance à peu près de Mercus et de Bompas et un peu au-dessus de la carrière de calcaire cristallin, j'ai trouvé une série de roches amphiboliques fort remarquables (fig. 23). Comme aux environs d'Arignac, elles sont intercalées dans les calcaires primitifs ; les gisements paraissent, par suite, identiques. Toutefois, quoique de part et d'autre l'amphibole soit l'élément prédominant, les roches présentent des caractères assez dissemblables pour que j'insiste un peu à leur endroit : ici les amphibolites, au lieu d'être colorées en vert ou en vert-jaunâtre, sont, au contraire, d'un beau noir ou d'un noir mélangé de blanc ; leur composition minéralogique est aussi un peu différente ; la roche d'Arignac était surtout constituée par de l'amphibole actinote et de l'épidote, avec feldspath et calcite comme éléments accidentels ; on pouvait y voir une *amphibolite épidotifère* ; ici, le type dominant a pour composition de l'amphibole hornblende, du feldspath oligoclase, éléments auxquels on peut ajouter, à titre purement accidentel, du mica noir provenant de la décomposition de l'hornblende, de la calcite due probablement à l'altération du feldspath, de la pyrite et du sphène ; la roche de Mercus rentre donc plutôt dans la catégorie des *diorites schisteuses*.

Ces roches amphiboliques, presque toujours rubanées ou zonaires, sont variées comme faciès ; cela tient moins à une différence de constitution minéralogique qu'à l'inégale répartition des éléments sur les divers points de la roche.

Si on se reporte à la coupe de la carrière de Mercus (fig. 23), on verra que ces roches amphiboliques alternent avec le calcaire ; la pegmatite accompagne assez fréquemment les roches à amphibole.

Bien que les pegmatites semblent généralement suivre l'allure des couches de calcaire et des bancs d'amphibolite, ce qui pourrait faire croire à leur contemporanéité, l'examen minutieux de certains points montre que la pegmatite est postérieure aux amphibolites. Voici, par exemple, la disposition de la pegmatite dans la partie de la coupe portant la lettre i.

La figure ci-jointe montre les relations réciproques de la pegmatite et de l'amphibolite. Dans cette dernière roche, dont la disposition en bancs est généralement assez régulière, on voit la pegmatite s'insinuer en un filonnet irrégulier qui contient, dans les parties renflées, de beaux cristaux rosés d'orthose. Au contact, l'amphibolite semble avoir été froissée ; de plus, elle est partiellement convertie en gneiss amphibolique. Cette disposition et ce métamorphisme de contact ne

peuvent guère s'expliquer qu'en admettant la postériorité de la pegmatite. Le lambeau figuré en A pourrait faire croire à un englobement de la pegmatite par l'amphibolite ; mais il est facile de s'assurer que ce n'est là qu'un petit affleurement d'un filonnet *xx* qui, plus haut et plus bas, est perdu dans la masse de la roche primitive.

Ajoutons que si la pegmatite, en injectant l'amphibolite de feldspath et de quartz, l'a transformée partiellement en gneiss amphibolique, d'autre part, la roche traversée a eu quelque influence sur la composition de la pegmatite ; elle l'a imprégnée de chlorite (transformation de l'amphibole), et son feldspath est devenu faiblement ferrugineux.



Fig. 111.

Toutefois, quelle que soit la nature de ces roches amphiboliques, elles appartiennent, ici comme à Arignac, à la partie supérieure des terrains primitifs et se trouvent sur la zone des cipolins, des leptynites, des gneiss grenus et feuilletés.

Serpentines. — La serpentine est très rare ; je ne connais, dans le terrain primitif des Pyrénées centrales, que la serpentine de Pontaut ; encore ne constitue-t-elle, au sein des calcaires cristallins, que de petites masses sans importance. Elle est verdâtre et convertie partiellement en stéatite grossière.

Ordre de succession.

De la comparaison des diverses coupes, il résulte que *le terrain cristallophyllien des Pyrénées centrales présente, en série ascendante, la succession ci-dessous :*

- 1° *Granite fondamental et gneiss granitoïde ;*
- 2° *Gneiss glanduleux, œillé, porphyroïde et gneiss rubanés ;*
- 3° *Gneiss grenus ou feuilletés, avec leptynites, chloritoschistes, cipolins, amphibolites.*

Dans les terrains plus élevés, se trouvent parfois des récurrences de roches cristallines analogues aux gneiss et micaschistes de la série primitive ; ce sont des roches sédimentaires, surtout archéennes, devant leur faciès et leur composition à des actions métamorphiques.

Bien qu'il soit généralement très difficile de différencier ces deux ordres de dépôts, on peut habituellement distinguer ces *gneiss et micaschistes métamorphiques* des *gneiss et micaschistes primitifs* par la présence d'éléments clastiques, l'intercalation de couches peu modifiées, la nature des grains de quartz.

Toutes les zones ne sont pas également représentées dans les diverses régions.

Roches éruptives du terrain primitif.

Le terrain primordial est traversé par de nombreuses roches éruptives appartenant surtout à la série granitique. Dans certaines régions, notamment dans les montagnes d'Oo, elles acquièrent un tel développement que les formations strato-cristallines n'ont qu'un rôle tout à fait subordonné. Nous n'entrerons pas ici dans la description détaillée de chacune de ces roches, réservant ce travail pour le chapitre des roches éruptives. Le *granite à mica noir* forme les intrusions les plus considérables, soit à l'état normal, soit à l'état porphyroïde. Les *granites à oligoclase* se montrent assez souvent sur la lisière des terrains primitifs; les *pegmatites* sont particulièrement abondantes dans les mêmes conditions. Les *diorites*, au contraire, sont très rares, ainsi que les *porphyres*.

Granite et pegmatite ont exercé sur les roches traversées des actions métamorphiques plus ou moins intenses : les micaschistes sont devenus des gneiss par développement du feldspath; d'autre part, sous l'influence des pegmatites, les gneiss ont été imprégnés de sillimanite et sont passés à l'état de gneiss granulitique; cette modification est des plus fréquentes dans le massif primordial de Castillon-Bethmale; sous la même influence, la tourmaline s'est développée dans les schistes cristallins primitifs; le grenat s'est souvent produit dans des circonstances analogues. En traversant les amphibolites de la série primordiale, les pegmatites changent habituellement d'aspect; dans leur masse, se développe de la chlorite et leur feldspath prend une belle teinte rosée ou rougeâtre.

La fréquence de ces roches éruptives dans les dépôts des premiers âges, et les modifications qu'elles apportent dans leur voisinage, empêchent souvent de démêler la vraie succession.

Distribution du terrain primitif.

Dans les pages qui précèdent, nous avons étudié le terrain primitif par vallées et, pour ainsi dire, isolément; cherchons maintenant à rapprocher les unes des autres ces masses cristallines et à les grouper d'une façon rationnelle. Si, à cet effet, on prend pour base la similitude des relations stratigraphiques, on s'aperçoit qu'elles sont distri-

buées en quatre bandes, séparées ou non par des zones de granite éruptif, bandes discontinues, il est vrai, grossièrement parallèles à la direction générale de la chaîne. Ce sont les suivantes en allant du sud au nord :

1^{re} *Bande de Saliens et d'Oo.* — Très développée dans la Haute-Ariège entre Mérens et Saliens (fig. 4) ; elle longe la frontière franco-andorrane, puis disparaît, dans la direction de l'ouest, sous les puissants dépôts paléozoïques de la Haute-Noguera et de la vallée d'Aran. Après cette longue interruption, elle se montre de nouveau au jour (fig. 100), dans les massifs de Crabioules et d'Oo (Haute-Garonne), d'où elle passe dans les montagnes de Clarabide (Hautes-Pyrénées).

Du côté sud, cette bande de terrain primitif côtoie, sans la toucher, la bande granitique méridionale (massif du pic Font-Nègre, monts Maudits).

2^{re} *Bande d'Ax et Luchon.* — Le terrain primitif qui se développe au sud d'Ax dans les montagnes d'Orlu (fig. 4) et le défilé de Mérens, se poursuit vers l'ouest à travers les vallées d'Aston et d'Auzat (fig. 24), puis il disparaît comme la bande précédente, sous les sédiments paléozoïques de la Haute-Catalogne ; il ne se montre qu'entre Bossost et Lès (fig. 77), puis, s'enfonçant sous la montagne du Portillon, affleure un instant aux environs de Luchon (fig. 77), et descend, ensuite dans les profondeurs.

3^{re} *Bande du Saint-Barthélemy et de Saint-Béat.* — Le terrain primitif de Saint-Barthélemy (fig. 77), après avoir été caché quelque temps par les épais dépôts primaires et secondaires des environs des Cabannes et d'Ussat, se relève sur la rive gauche de l'Ariège pour former le massif des Trois-Seigneurs ; de ce point, cette bande continue sans interruption par Seix (fig. 27), jusqu'à Castillon (fig. 49) ; plus à l'ouest, elle s'enfonce sous les sédiments jurassiques de la Bellongue et de la vallée du Ger ; nous la retrouvons à Saint-Béat où elle forme le soubassement du pic du Gar (fig. 86) ; dès lors, elle offre une continuité remarquable à travers la Pourouse et le pays d'Ilhet-Sarrancolin (vallée de la Neste). Les îlots de Pouzac et de Loucrup, dans la vallée de l'Adour, appartiennent probablement au même horizon.

4^{re} *Bande du Picou et de l'Arac.* — Dans l'Ariège on trouve une quatrième bande de terrain primitif : elle se montre à Mercus et dans le massif du Picou (fig. 4, 20, 24), arrive au nord jusqu'à Foix, puis passe dans le Saint-Gironnais où elle prend un grand développement dans la vallée de l'Arac (fig. 27), et s'arrête brusquement à Lacourt, sur les bords du Salat (fig. 26). Plus à l'ouest, elle est masquée par de puissants dépôts de l'époque secondaire. Peut-être les îlots de Milhas et de Capvern en sont-ils une dépendance.

Comparaison avec le terrain primitif des autres pays.

Dans ses traits généraux, la succession ci-dessus indiquée est analogue à celle reconnue presque partout, ce qui est en faveur de

l'unité de composition du terrain primitif sur tous les points du globe.

L'existence de deux étages est à peu près universellement reconnue : à la base, le gneiss granitoïde a été constaté en un grand nombre de régions : dans le *Limousin* (Douvillé), dans les *Alpes du Simplon et de l'Oisans* (Lory), dans le *Morvan* (Michel-Lévy), en *Bretagne* (Barrois) où il constitue le gneiss granitique de Pont-Scorff, en *Bavière* (Gümbel) où ses alternances nombreuses avec le granite l'ont fait dénommer gneiss bigarré, dans la *Grande-Bretagne*, où il correspond au gneiss fondamental des Hébrides, dans le *Canada*, où il forme le gneiss fondamental d'Ottawa, attribué au laurentien.

D'autre part, dans le haut du terrain cristallophyllien, prédominent des gneiss, généralement grenus ou feuilletés, avec leptynites, micaschistes, cipolins, amphibolites et roches basiques. A cette zone correspondent les leptynites, gneiss grenus et calcaires du *Limousin* (Douvillé), les gneiss grenus avec cipolins et amphibolites de l'*Oisans* et du *Simplon* (Lory), les amphibolites, pyroxénites et serpentines du *Cantal* (Fouqué), les micaschistes de la baie d'Audierne en *Bretagne* (Barrois), avec gneiss fins, amphibolites, chloritoschistes, schistes micacés, diorites ; les leptynites amphiboliques, les amphibolites et serpentines du *Morvan* (Michel-Lévy) ; les calcaires serpentineux des *Vosges* et de la *Galice*, le gneiss hercynien de *Bavière* (Gümbel), gneiss gris accompagné de micaschistes grenus, amphibolites, cipolins, leptynites ; dans les *Alpes italiennes* l'horizon des pierres vertes (Gastaldi) ; les gneiss dimétiens (Hicks), avec calcaires primitifs de la *Grande-Bretagne* ; les calcaires et serpentines à Eozoon du *Canada* (Logan, Sterry Hunt), avec les amphibolites et les micaschistes qui les surmontent.

On sait que ces deux grandes divisions du terrain primitif ont été établies, dès 1863, par M. Gümbel dans sa description géologique de la Bavière (1), et, plus tard, par M. Kalkowski ; en 1878, M. Michel-Lévy a formulé la même opinion dans son importante note sur la formation gneissique du Morvan (2). Depuis lors, il a été reconnu que cette classification s'applique à presque tous les pays, à condition de faire la part des récurrences dues aux actions métamorphiques.

La similitude que je viens d'indiquer entre les Pyrénées et les régions classiques n'existe pas seulement pour la succession générale, mais elle se poursuit parfois jusque dans le détail : je citerai notamment l'existence simultanée de l'amphibole dans le gneiss granitoïde de Soulan et dans le gneiss le plus ancien de l'Ecosse (gneiss

(1) *Geogn. Besch. des Ostbayerischen greezgebirges*, Gotha, 1868.

(2) B. S. G. de Fr. — 3^e série, t. VII.

fondamental des Hébrides), de l'Amérique (gneiss fondamental d'Ottawa), de Bretagne (gneiss granitique de Pont-Scorff), etc. ; l'identité du gneiss des montagnes d'Ax avec le gneiss gris de la Saxe ; celle des épidotites d'Arignac (Ariège), avec les épidotites accompagnant les chloritoschistes dans l'anse du Pouldu (Morbihan) ; l'association de la serpentine au calcaire cristallin qui dans le calcaire de Pontaut (vallée de Soulan) rappelle ce qui a lieu en Galice, d'après les observations de M. Barrois, et aussi dans les Vosges, au Canada, etc. ; ici, enfin, comme sur d'autres points de la France, la fréquence de la pegmatite dans le calcaire primitif : à Arignac, à Mercus, au Pontaut, à Eup et surtout à Sorède (Pyrénées-Orientales), ainsi que j'ai eu l'occasion de le dire dans un travail précédent (1).

Le terrain primitif, comme je l'entends, ne s'étend pas dans le haut aussi loin que l'admettent certains géologues et notamment M. Dana ; la partie supérieure, renfermant des conglomérats, doit en être distraite suivant la remarque judicieuse de M. Hébert ; elle formera ce qu'il a appelé *archéen*. Le terrain primitif ainsi réduit correspond au *Laurentien* du Canada, au *Lévisien* et au *Dimétien* de la Grande-Bretagne, tandis que le *Huronien* d'une part, l'*Arvonien* et le *Pébidien* de l'autre, seront rangés dans le terrain archéen ; c'est à ce dernier étage que paraissent devoir être rapportés, non seulement les schistes de Llanberis et de Saint-Lô, comme l'admet M. Hébert, mais encore les schistes à chloritoïde et à grenats de l'île de Groix (Morbihan), les schistes verts de l'étage A de Bohême avec leurs grès et leurs pétrosilex.

Dans les Pyrénées, les terrains primitifs ont donné lieu à des interprétations diverses. Pour M. Garrigou, les dépôts les plus anciens étaient qualifiés de Laurentiens ; c'est son laurentien augmenté de son cambrien qui constitue ce qui est pour moi le terrain cristallophyllien. Seignette, à l'exemple de Leymerie, a adopté le mot de cristallophyllien, mais il le fait monter beaucoup trop haut, car il y englobe l'archéen et le cambrien. MM. Mussy et de Lacvivier distinguent, avec raison, dans le terrain primitif, l'étage des gneiss et celui des micaschistes ; mais bien souvent leurs micaschistes ne sont autre chose que les schistes micacés et les phyllades satinés de l'archéen.

(1) Caralp : *Recherches géologiques sur la zone frontière des Pyrénées-Orientales*. — Toulouse, 1886, p. 43.

TERRAIN ARCHÉEN

Les hauts massifs des Pyrénées centrales, parfois aussi les régions plus déprimées situées loin de la crête, renferment des masses considérables de schistes absolument azoïques, du moins jusqu'à ce jour, intermédiaires, par leur position stratigraphique, entre les roches fossilifères du silurien et les micaschistes et cipolins de la série primitive. C'est le niveau par excellence des schistes rubanés, des schistes satinés et pétrosiliceux, celui des schistes argileux micacés et des leptynolites maclifères ; c'est ce système qui forme l'entonnoir cratériforme du lac d'Oo, la région des cascades dans la vallée du Lys, le cirque de la Glère, le haut du Port de Vénasque, l'étroit défilé de la Garonne aux abords du Pont-du-Roi ; très développé aux environs immédiats de Bagnères-de-Luchon, il se retrouve dans plusieurs autres points des Pyrénées centrales, surtout vers le bas du val d'Aran espagnol, où il forme des montagnes entières.

Dans la Haute-Garonne, Leymerie le rattachait au cambrien et le mettait sur l'horizon de la faune primordiale ; opinion partagée par M. de Lapparent qui y voit du cambrien métamorphique.

Antérieurement, Dufrénoy et Durocher assimilaient avec raison ces couches puissantes aux schistes de Saint-Lô ; néanmoins, il les attribuaient au même étage cambrien, auquel ils donnaient une extension exagérée au dépens des autres termes du silurien.

Dans l'Ariège, M. Garrigou se rangeait à l'avis de Dufrénoy ; Seignette, de son côté, avait placé ces schistes dans le cristallophyllien supérieur. Plus près de nous, nous voyons M. Jacquot confirmer leur similitude avec les schistes de Saint-Lô, et M. de Lacvivier, les attribuer, quoique sans preuves, au terrain archéen, mais en donnant à cet étage un développement trop considérable, car il y englobe à peu près tout l'étage silurien ; à notre avis, l'archéen de l'Ariège est beaucoup plus réduit et ne renferme que les assises confinant à la partie supérieure du terrain cristallophyllien.

Limites de l'archéen.

Quelles sont les limites de cet étage ? Comment se sépare-t-il d'une part du cambrien, de l'autre, du terrain cristallophyllien qui lui sert de substratum ?

Dans bien des cas, les caractères pétrographiques sont assez nets pour établir une démarcation entre l'archéen et le cambrien ; et, à

cet égard, on peut dire que le premier étage est caractérisé par la prédominance des phyllades satinés et des schistes pétrosiliceux, le second, d'ailleurs moins cristallin, par le développement des schistes siliceux et des quartzites.

Mais, parfois, le métamorphisme a effacé en partie ces différences originelles, de sorte qu'il devient difficile, dans la pratique, de faire la part de ces deux étages.

Toutefois, en principe, ils se séparent l'un de l'autre par une *discordance* de stratification, ainsi que je l'ai constaté en divers points :

Dans les montagnes de Sentein (fig. 65, 68, 69);

Au col de la Crouzette, entre Biert et Rimont (fig. 29);

Aux environs d'Argut (fig. 85 et page 374);

Dans la montagne de Supérbagnères (fig. 403);

En aval de Lès, dans la vallée d'Aran (fig. 78);

Aux environs d'Esténos et de Saléchan (fig. 98) (*).

D'autre part, les schistes archéens présentent habituellement des contournements parfois très compliqués, tandis que les schistes argileux cambriens qui leur succèdent ont ordinairement une allure plus régulière; il est intéressant de comparer à cet égard le silurien des Arguts avec les schistes satinés de Fos et de Melles (fig. 85).

Ces diverses particularités (discordances, différence d'allure et, comme nous le verrons, la différence des émissions internes) concourent pour séparer la zone des quartzites de celle des schistes satinés sous-jacents.

De ce côté donc les limites sont assez nettement tranchées; il n'en est malheureusement pas de même vers le bas, où le métamorphisme de contact, dû aux roches granitiques, a reconstitué, aux dépens des phyllades et autres roches archéennes, des micaschistes et des gneiss qu'il est difficile de séparer par le simple faciès de ceux de la série primitive. Ces *gneiss et micaschistes métamorphiques* qu'on pourrait appeler des *schistes micacés*, ou encore, avec Leymerie, des *schistes gneissiques*, se distinguent des vrais gneiss, des vrais micaschistes du

(*) La discordance existe probablement en d'autres points; mais il est difficile, quand on chemine à travers ces formations anciennes, généralement puissantes et qui se trouvent habituellement dans des régions accidentées, de tomber exactement sur la limite des schistes satinés et des roches quartzzeuses détritiques; en effet, bien souvent les quartzites et les schistes qui alternent avec eux prennent la livrée des schistes satinés sur lesquels ils reposent; comme, d'autre part, les roches détritiques peuvent passer inaperçues, attendu qu'elles ne sont souvent qu'un accident au milieu des schistes qui les accompagnent, il en résulte qu'on ne voit pas trop où commence un système, où finit l'autre, et qu'il n'est guère facile, par suite, de constater la discordance.

J'ajouterai que M. Garrigou a pareillement signalé des discordances dans les formations anciennes de la région d'Ax.

terrain primordial par leur situation au voisinage de roches éruptives et leur passage à des phyllades normaux. D'après Leymerie, dans ces schistes surchargés de mica et qui ressemblent à des gneiss très feuilletés, le quartz est accidentel, le feldspath, au contraire, essentiel, tandis que l'inverse a lieu pour les micaschistes primitifs. Leur origine sédimentaire est accusée, en outre, mais exceptionnellement, par la présence de galets siliceux (vallée du Lys, environs du val de Burbe, ouest de Lès), qui témoignent de l'action de l'eau en mouvement (*). Des modifications de cette nature se montrent, d'ailleurs, dans tous les pays : les gneiss et micaschistes métamorphiques des Pyrénées ressemblent, d'une manière frappante, aux micaschistes granulitiques que j'ai recueillis à Faouet (Morbihan), dans la série des schistes de Saint-Lô, lors de la réunion extraordinaire de la Société géologique de France, à Quimper.

Telles sont les limites qu'on peut assigner à cet étage, limites assez bien définies vers le haut, mais confuses vers le bas, à cause des actions métamorphiques.

Dans la pratique, la nature des éruptions est d'un puissant secours pour distinguer ces dépôts anciens ; le silurien inférieur ne renferme guère, en fait de roches éruptives acides, que des filons de quartz et quelques rares pegmatites ; dans l'archéen, le quartz est habituellement associé à de puissants filons de granulite et de pegmatite ; le terrain primitif présente, en outre, des filons, et, parfois, des masses considérables de granite à mica noir, filons que ne montre jamais l'archéen, au moins dans la partie des Pyrénées que j'ai visitée. Quant aux pegmatites, elles sont très rares dans le silurien inférieur ; toutefois, au pic du Midi de Bigorre, on voit ces roches former des filons dans des calcaires et des schistes qui paraissent appartenir au silurien moyen ; mais la présence assez fréquente, dans ces roches, de la prehnite, silicate alumineux essentiellement riche en chaux, semble indiquer que les feldspaths calciques jouent ici un certain rôle, tandis que les pegmatites plus anciennes (Luchon, Saint-Béat, Ax) sont surtout constituées par de l'orthose et du microcline, c'est-à-dire des feldspaths potassiques, plus riches en silice. D'autre part, dans le silurien de Luchon, on trouve des granites à mica noir à très petits éléments ; mais ils se rattachent, comme nous le verrons dans notre chapitre des roches éruptives, à une série toute particulière de granites.

M. de Lapparent a signalé aussi (d'après M. Garrigou) des filons de granite dans les calcaires rubanés et dans les schistes carbonés. On trouve, en effet, dans ces conditions, des roches granitoïdes sur

(*) A Barcugnas, une roche détritique cristalline, intercalée dans ce système, empâte des galets de quartz d'une extrême netteté,

la route forestière de Superbagnères et au bas du Larboust, dans la carrière de la Picadisse. Mais ces roches, appelées « leptynites » par M. François, sont de très fines granulites à amphibole, passant parfois sur les bords, sur ce dernier point, par exemple, à une sorte de microgranulite rappelant celle du Néthou.

Constitution pétrographique.

Quels sont les éléments pétrographiques qui entrent dans la composition de l'archéen ? D'une manière générale, on peut dire qu'il est exclusivement formé par des schistes cristallins ou semi-cristallins, souvent assez difficiles à distinguer de ceux de la série primitive, ce qui a déterminé plusieurs géologues à n'en faire qu'un seul ensemble. Nous avons vu que, malgré cette similitude, les schistes archéens doivent faire bande à part, vu l'existence, dans leur masse, de conglomérats annonçant l'action de l'eau en mouvement, et, par suite, une véritable sédimentation. Nous avons dit, d'ailleurs, qu'il existe entre eux et les schistes primitifs certains caractères différentiels. Quant aux schistes archéens en eux-mêmes, quoique ayant toujours un certain air de famille, ils sont lithologiquement très variés dans le détail, et comme faciès et comme composition.

On peut y distinguer deux ordres de roches : les unes dépourvues de mica ou à peu près, les autres, au contraire, fortement micacées. (Nous entendons ici par mica, les micas normaux, tels que la biotite la muscovite, minéraux anhydres et doués d'élasticité, et non les micas hydratés, tels que la séricite, la damourite, dépourvus d'élasticité.)

A — ROCHES PEU OU PAS MICACÉES. — 1° Schistes satinés. — Ce sont des phyllades à éclat généralement vif, satiné ou nacré, à texture compacte ou subgrenue, à pâte fine et à cassure habituellement esquilleuse. Leur couleur, assez variable, est le gris, le vert clair ou le vert foncé, le noir, parfois le rouge sombre. Ils renferment toujours un peu de silice, qui les fait étinceler sous le choc du briquet ; d'autre part, ils sont toujours fusibles au chalumeau : les schistes de couleur claire donnent un émail blanc ou gris révélant la présence d'une matière feldspathique ; ceux de couleur sombre fondent en un émail gris piqueté de noir ou même complètement noir, indiquant l'existence de minéraux basiques. Ces schistes satinés sont donc composés d'une pâte felsitique ou pétrosiliceuse, accompagnée ou non de principes basiques.

Leur éclat tient parfois à la manière dont leur surface, finement ondulée ou fibreuse, réfléchit la lumière ; mais, le plus souvent, il est dû à la présence de lamelles de minéraux phylliteux, tantôt ma-

gnésiens, comme le talc, tantôt alumineux, comme la séricite, tantôt ferrugineux, comme la chlorite ou le chloritoïde ; parfois, un simple essai chimique permet de distinguer la nature de la phyllite ; mais, le plus souvent, on est obligé de s'aider du microscope polarisant.

Les schistes satinés se divisent souvent en plans très nets, et donnent alors de *grandes dalles* dont l'orientation se poursuit quelquefois sur de grandes distances, et, si les feuilletts deviennent minces, des *schistes ardoisiers*. Mais, le plus souvent, ils sont débités, par un réseau de cassures en masses polyédriques, parfois très régulières, s'appliquant comme d'énormes écailles sur le flanc des montagnes. Quand ils ont été soumis à des actions énergiques de refoulement, ils prennent des formes onduleuses et se contournent de la façon la plus bizarre ; en même temps, sous l'influence de ces pressions, leur texture devient fibreuse et même maillée.

Ils renferment un assez grand nombre de minéraux accidentels ordinairement métamorphiques, dont la plupart y ont été signalés depuis longtemps :

1° Tourmaline aciculaire : pont des Mousquères (Luchon), Esbarrech (Barousse), etc. ;

2° Vénaskite (variété d'ottrélite) : port de Vénasque (Zirkel a même signalé de l'ottrélite dans les Hautes-Pyrénées) ; vallée du Lys.

3° Grenats divers : val de Burbe, Bossost, pont des Mousquères, Ax, vallée de Foulan, etc. ;

4° Amphibole : région des lacs d'Oo et des cascades du Lys ;

5° Gédrite : environs de Luchon, Pontaut.

6° Pyrites : un peu partout.

Dans ces schistes satinés, on trouve quelquefois en abondance certaines phyllites, tels que la séricite, le chloritoïde, d'où résultent des *schistes satinés à séricite* (aux environs du Lès), des *schistes satinés à chloritoïde* (entre le Portillon et Bossost).

2° *Schistes rubanés pétrosiliceux*. — Ces roches qui ne sont, en somme, qu'une variété des roches précédentes, forment un des traits les plus caractéristiques de l'étage archéen ; ici, la matière acide et la matière basique des schistes satinés, s'isole par petites zones, les unes claires, les autres sombres, donnant à la roche une disposition rubanée toute particulière qui, sous l'influence des pressions latérales, affecte fréquemment les contournements les plus capricieux.

Leymerie a signalé une matière pétrosiliceuse de ce genre dans les schistes cambriens de la Haute-Garonne, et plus particulièrement du val d'Aran français ; mais il lui donne une origine éruptive et la regarde comme de l'eurite en filons : c'est ainsi qu'il la figure dans ses coupes, notamment celle de la région d'Oo, celle aussi du versant droit de la Pique ; la disposition de cette matière en rubans concor-

dants avec les schistes, les alternances de ces rubans pétrosiliceux se répétant souvent des milliers de fois sur une épaisseur de quelques mètres, semblent incompatibles avec toute idée d'intrusion ; tout semble prouver que ce sont des roches de dépôt, contemporaines des schistes satinés encaissants.

Parfois, ces schistes rubanés pétrosiliceux ont une pâte très fine et présentent alors une grande ressemblance avec les *Halleflinta* de Suède.

A d'autres niveaux, et plus spécialement dans le silurien moyen, on trouve des roches qui, par leur rubané et aussi leurs contourne-ments, rappellent les roches pétrosiliceuses ; elles sont surtout communes dans la région du pic du Midi de Bigorre et aux environs de Barèges, particularité qui leur a valu le nom de « barégiennes ; » mais, ici, les rubans de couleur claire sont formés de calcaire, substance qui, ainsi que l'a reconnu Leymerie dans la Haute-Garonne, ne se montre dans les schistes satinés que d'une façon tout à fait accidentelle.

B — ROCHES MICACÉES. — Dans les schistes où le mica est abondant, la roche prend tout l'aspect d'un micaschiste ou même d'un gneiss. Ces réapparitions de micaschistes et de gneiss à un niveau où normalement on ne devrait plus les trouver, n'ont pas peu contribué à masquer la loi de succession à laquelle semblent obéir ces anciens dépôts.

Comment distinguer ces micaschistes et gneiss métamorphiques des micaschistes et des gneiss normaux, c'est-à-dire primitifs ?

Nous l'avons déjà dit : sur le terrain, par leur alternance avec les schistes satinés auxquels ils passent graduellement ; plus sûrement par la présence de galets roulés ou d'éléments détritiques.

Dans les cas douteux, il faut recourir à l'examen microscopique. A cet égard, M. Barrois a signalé ce caractère distinctif : à savoir que dans le granite et les schistes cristallins primitifs, le quartz est vaguement arrondi et fissuré, tandis que dans les gneiss métamorphiques il est à grains anguleux et hérissé d'aspérités et de prolongements, correspondant, d'après ce géologue, « aux vides de la roche qu'ils sont venus injecter après coup. » L'abondance de ce quartz récent distinguerait ces gneiss métamorphiques de ceux de la formation primordiale.

Les schistes micacés présentent diverses espèces :

1° *Phyllades gneissiques.* — Ce terme, dû à Leymerie, me semble assez bien trouvé pour désigner les phyllades métamorphiques ayant pris le faciès du gneiss. C'est à eux que s'appliquent les caractères que nous venons de donner. L'ingénieur François les appelait *schistes argileux micacés*, expression qui s'adapterait mieux, à notre avis, aux

schistes de nature argileuse appartenant à des niveaux plus élevés.

Ces phyllades gneissiques, très développés tout autour de Luchon, au point qu'ils mériteraient le nom de « *schistes de Luchon*, » se montrent nettement à la carrière de Montauban, au pont des Mousquères, dans le val de Burbe. Les minéraux accidentels y abondent : grenat, amphibole, gédrite, wernérite, andalousite.

Aux environs d'Ax, ils présentent des caractères analogues ; aussi dans la vallée d'Aston et de Soulan et aux environs de Saint-Béat.

2° *Schistes à andalousite*. — Subordonnés aux précédents, ils présentent des cristaux d'andalousite prismatique, grise ou rosée ; ils ne doivent pas être confondus avec les schistes à andalousite maclée (chiastolite) que nous trouverons sur des horizons plus élevés.

L'andalousite non maclée nous a paru se tenir constamment au-dessous du terrain silurien ; sa liaison avec les pegmatites et les filons de quartz est très étroite. Les schistes à andalousite sont assez développés dans les vallées du Lys et d'Oo, dans le Louron ; aussi à Lès, et généralement sur la bordure des massifs granulitiques.

3° *Schistes à wernérite*. — Ils sont accidentels comme les précédents, et semblent liés aussi au voisinage des pegmatites ; assez fréquents aux environs de Luchon (carrière de Montauban, carrière de Beauregard, pont des Mousquères) ; ils se montrent aussi à Saint-Béat et dans la Haute-Ariège.

4° *Schistes maclifères (staurotilites)*. — Tout autrement développés sont les schistes maclifères à staurotides. Les cristaux sont habituellement en relief, vu leur dureté qui leur permet de résister à l'action de l'air plus facilement que la matière dans laquelle ils sont engagés ; ils présentent parfois l'angle de la staurotide ; parfois deux cristaux sont groupés, comme dans la macle de Saint-André ; jamais je n'y ai rencontré un groupement à angle droit. Il est rare que les cristaux se détachent nettement ; le plus souvent, la staurotide ne se révèle que par des taches noirâtres de forme allongée qui rendent les schistes noueux (*Knotenschiefer*). Les schistes maclifères sont largement développés aux environs de Luchon et surtout dans le val de Burbe ; leur relation avec les pegmatites, si abondantes dans cette région, semble indiquer que les macles se sont développées sous leur influence. Pareil fait a été observé en Bretagne par M. Hébert, ce qui l'a conduit à rattacher le développement des schistes maclifères à l'action des pegmatites ou des roches granulitiques ; mes observations dans les Pyrénées confirment cette manière de voir. Il serait difficile ici d'attribuer le développement des macles à staurotide à l'action du granite, car le granite à mica noir ne se montre pas en filons dans l'archéen, tandis que la pegmatite et les roches congénères y sont distribuées à profusion.

5° *Schistes micacés glanduleux*. — Ce sont des phyllades gneissiques dans lesquels la pegmatite a envoyé de fines apophyses, généralement lenticulaires, de feldspath, se détachant en blanc sur le fond rougeâtre de la roche. Ces roches qu'au premier examen on pourrait regarder comme renfermant des fragments roulés, se montrent spécialement à la montée du lac de Naguille, et aussi dans la gorge de Mérens; dans les Pyrénées orientales, j'ai trouvé des roches analogues dans le massif de l'Albère. L'action métamorphique est ici des plus manifestes.

6° *Leptynolites*. — Les leptynolites sont très fréquentes dans la région pyrénéenne; elles renferment habituellement des macles; l'emploi abusif qu'on a fait, à mon avis, du mot « *maclifère* » et du mot « *leptynolite*, » m'amène à une digression.

D'abord que faut-il entendre par le mot *macle*?

Au sens étymologique, du mot (*macula*, tache), on sait que ce terme désignait primitivement des taches noirâtres qui, habituellement plus dures que la roche qui les renfermait, ressortaient à la longue à sa surface sous forme de pustules ou de nodosités. Les micrographes ont montré que leur composition est variable: qu'elles sont dues tantôt à un pigment carbonneux, tantôt à la concentration, sur divers points, de matières disséminées dans la masse de la roche.

Souvent dans des roches similaires, se développent de véritables minéraux (staurotide, audalousite, chiastolite) qui, étant aussi plus durs, se dessinent en relief et se montrent pareillement, surtout lorsque les cristaux sont confus, sous forme de grosses taches. En raison de cette similitude d'aspect, on a généralement donné aux roches qui contiennent ces cristaux, comme à celles qui contiennent des nodosités, le nom de roches *maclifères*, et comme ces roches sont habituellement schisteuses, celui de *schistes maclifères*. On peut donc faire dans ces schistes *maclifères* une première division: 1° schistes *maclifères à nodosités*; 2° schistes *maclifères à cristaux*; réservons le mot de « *schistes maclifères* » pour l'ensemble des deux groupes, dans le cas où l'on ne veut pas, où l'on ne peut pas établir une distinction.

D'autre part, dans les schistes *maclifères à cristaux* on peut reconnaître des espèces différentes: on sait, en effet, que le mot « *macle* » en dehors du sens de « *tache* » indiqué plus haut, a été attribué à des choses bien distinctes:

1° Tantôt (et c'est le sens cristallographique) à un groupement régulier de cristaux: c'est le cas des groupements géminés de la *staurotide* ou *croisette* de Bretagne;

2° Tantôt on l'a appliqué à des cristaux simples (*andalousite*);

3° Tantôt à un empâtement régulier de la matière schisteuse par le minéral métamorphique (*macle* de l'*andalousite* ou *chiastolite*). Il nous semble qu'il est absolument indispensable de distinguer ces trois ordres de macles, cela pour une double raison, parce qu'elles correspondent à des choses

différentes, et parce qu'elles se trouvent, dans les Pyrénées au moins, sur des horizons différents, comme nous l'indiquerons plus loin.

Les macles à cristaux et les nodosités peuvent se trouver dans des roches bien distinctes : de sorte que l'expression de « schistes » me paraît insuffisante et doit être précisée.

Habituellement les nodosités et les cristaux sont surtout développés dans les roches que Cordier a qualifié du nom de « Leptynolites, » roches à éléments atténués (λεπτονος, atténué), composées essentiellement de mica noir et de feldspath orthose, celui-ci devenant parfois très rare ; roches d'ailleurs métamorphiques, liées à l'action des granites. — Ici aussi on a fait de ce mot un emploi abusif, en l'appliquant à des roches de nature bien distincte, n'ayant guère du leptynolite que les nodosités ou les cristaux.

Le métamorphisme, en effet, s'est exercé sur des roches bien différentes, qui, appartenant à des niveaux distincts, doivent être distinguées les unes des autres :

Schistes argileux. — Phyllades. — Schistes feldspathiques ou pétrosiliceux. — Leptynolites proprement dits. — Schistes gneissiques.

Les phyllades, comme on le sait, se séparent des schistes argileux dont ils ne sont qu'une modification, par la cristallinité de leur pâte et leur richesse en minéraux accidentels.

A leur tour, les schistes feldspathiques s'écartent des phyllades ordinaires par l'abondance de leur pâte pétrosiliceuse, qui leur donne une texture compacte, une cassure esquilleuse et une fusibilité marquée.

Dans les schistes pétrosiliceux, le mica est rare ou nul ; le feldspath, au contraire, très abondant et prédominant ; ce serait l'inverse dans les leptynolites (*).

Les leptynolites à leur tour ressemblent aux schistes gneissiques ; mais ici il y a, en outre, du quartz récent, parfois en grande abondance. D'ailleurs le mica me semble presque toujours nettement orienté, comme s'il résultait d'un dépôt, tandis que dans les leptynolites, où le mica est métamorphique, ce minéral est d'ordinaire disposé confusément.

De ce qui précède il résulterait que l'expression de « schiste maclifère, » si communément répandue dans les descriptions géologiques, ne répond plus aux besoins de la science. Réservez-le comme terme général pour désigner l'ensemble des schistes modifiés par le granite ; mais dans le détail, il serait bon de distinguer, toutes les fois du moins que ce serait possible, d'une part : la nature de l'élément métamorphique, de l'autre, la nature même de la roche qui renferme cet élément ; à la place de « schiste » mettons « schiste argileux, phyllade, leptynolite, etc. » ; à la place de macle mettons « nodosité, ou bien staurotide, chiastolite, andalousite. »

J'ai cru devoir résumer, dans un tableau et autant que possible par ordre d'ancienneté croissante, les diverses roches qui se rangent dans le groupe des schistes maclifères des anciens auteurs ; j'ai mis en regard, à titre de synonymie, et pour plus de précision, les dénominations allemandes correspondantes, dénominations commodes, il est vrai, montrant

(*) Jannetaz. — *Les Roches*, pp. 357 et 358.

l'avantage des langues synthétiques dans la nomenclature scientifique, mais qui risquent fort, par leur rudesse et leur longueur exagérée, de ne prendre jamais en France droit de cité.

Schistes dits Maclifères	Schistes argileux.....	Schistes argileux.....	KnotenThonSchiefer
	(ThonSchiefer)	— à chiastolite.....	—
	Phyllades.....	Phyllade nouveau.....	KnotenPhyllit
	(Phyllit)	Phyllade à chiastolite.....	—
	Schistes feldspathiques..	Schiste feldspathique nouveau...	KnotenFelsitSchiefer
	(FelsitSchiefer)	— — à andalousite.....	—
	Leptynolites.....	Leptynolite nouveau.....	
		— à andalousite (Macline)..	
		— à staurotide (Staurotite)..	
	Schistes micacés et gneissiques (GlimmerSchiefer)	Schiste micacé nouveau.....	KnotenGlimmerSchiefer
		— — à andalousite.....	—
		— — à staurotide.....	—

Comme on peut le voir dans ce tableau, les minéraux métamorphiques ne sont pas également répartis dans toutes les roches, et par suite dans la série géologique.

Les nodosités se montrent bien, par action métamorphique, dans toutes ces espèces et à tous les niveaux qu'elles représentent, aussi bien dans les schistes argileux que dans les schistes micacés, quoique avec une moindre fréquence. Mais il n'en est point de même pour la plupart des minéraux métamorphiques : comme leurs éléments sont empruntés, du moins en grande partie, à la roche qui leur sert de matrice, il faut que ces éléments existent déjà dans la roche elle-même.

C'est pour ce motif que toutes les roches renfermant du silicate d'alumine, peuvent donner naissance à un silicate alumineux tel que l'andalousite, ce minéral, bien entendu, devant se montrer surtout dans les roches les plus anciennes, qui ont été plus soumises que les autres aux actions métamorphiques.

La chiastolite résultant de l'englobement d'un pigment charbonneux par l'andalousite au moment même de sa formation, ne peut se produire que dans des schistes alumineux plus ou moins carburés ; aussi voyons-nous ce minéral se développer surtout à la base du silurien moyen et dans les schistes du silurien supérieur, domaines favorisés des roches carburées.

D'autre part, la staurotide, en outre de l'alumine, renferme une certaine quantité de fer : sauf la forme cristalline, elle peut être considérée comme une andalousite ferrique. Pour qu'elle se produise, il faut, s'il n'y a pas d'apport extérieur, que la roche contienne du fer. C'est pour cela que ce minéral se développe surtout dans les roches renfermant du mica ferro-magnésien, source principale du fer dans les roches acides. Il en résulte que, sauf des cas exception-

nels, les staurotides sont confinées dans les schistes micacés de l'étage archéen, plus rarement dans ceux d'un niveau plus élevé qui, par suite d'un métamorphisme intense, se sont chargés d'une notable proportion du mica ferro-magnésien.

Nous verrons que les chiastolites sont surtout développées dans le silurien et à divers niveaux, mais il en est aussi dans des assises relativement récentes, et notamment dans des schistes carburés liasiques, où elles se sont produites en dehors de l'influence du granite éruptif. On sait qu'en Bretagne on en trouve jusques dans le carbonifère.

Quant aux andalousites et aux staurotides, elles semblent en connexion étroite avec les roches granitiques d'origine interne.

7° Cornéennes.— Ces roches accidentelles, assez mal définies encore, peuvent se former aux dépens des roches précédentes (leptynolites, schistes micacés, schistes feldspathiques) sous l'influence du granite; elles peuvent appartenir, par suite, à des niveaux différents.

Au voisinage du granite éruptif, la roche sédimentaire perd sa schistosité, devient compacte, tenace et prend la cassure e-quilleuse de la corne (cornéenne); cette modification est accompagnée d'une augmentation notable en silice. Les leptynolites du pic du Midi de Bigorre passent assez souvent, au voisinage des pegmatites, à l'état de cornéennes noirâtres; j'en ai vu aussi dans le voisinage du granite de Bethmale, mais elles sont ici produites au dépens des schistes du silurien supérieur. Toutefois, elles ne me paraissent pas être toujours en relation directe avec le granite; dans le voisinage des filons de quartz, il se produit des roches analogues.

Ordre de succession.

Dans quel ordre se succèdent les roches que nous venons de décrire? A cet égard, rien de bien constant; j'ai observé seulement que les schistes micacés avec leurs roches subordonnées (schistes à staurotide, etc.), prédominent à la base de l'étage archéen; d'autre part, les schistes satinés, sériciteux ou non, ainsi que les schistes pétrosiliceux sont plus abondants à la partie supérieure du même étage, de sorte qu'on peut y établir deux zones:

Zone supérieure : schistes non micacés ou à micas hydratés (S. satinés; S. pétrosiliceux).

Zone inférieure : Schistes micacés et gneissiques.

Toutefois, il faut remarquer que ces deux zones sont irrégulièrement développées suivant les localités: dans les régions comme celles d'Ax, Luchon, Soulan, où les pegmatites sont abondantes, la zone inférieure prédomine; c'est l'inverse dans les régions (sud de Sen-

tein, hauts vallons d'Aulus), où les pegmatites ne se montrent pas ; il semblerait donc, jusqu'à un certain point, que les sédiments de la base de l'archéen dussent en partie leur faciès cristallin à des actions métamorphiques. Quoiqu'il en soit, la prédominance de mica dans des roches détritiques peut servir à caractériser, d'une manière générale, la base de l'archéen ; elle indique qu'on est sur la lisière des terrains primitifs.

Quant aux leptynolites, cornéennes et schistes nouveaux de tout ordre, pas de place bien déterminée ; ces roches sont surtout à proximité des roches granitiques ou granulitiques ; elles prédominent, il est vrai, à la base de l'étage archéen, en raison même de la prédominance des filons granulitiques dans cette zone ; mais on peut les trouver à des niveaux bien plus élevés, et même en dehors de l'archéen.

Roches éruptives et filoniennes.

Les roches d'intrusion sont très nombreuses dans le terrain archéen ; de toutes parts se montrent des filons souvent dirigés suivant le plan de séparation des couches, souvent aussi transverses, ce qui exclut chez eux toute origine sédimentaire.

Dans la région des Pyrénées centrales, je n'ai jamais trouvé dans l'archéen de vrai granite à mica noir ; en revanche, les *pegmatites* et les *granites à mica blanc* y surabondent presque partout, associés à quelques *granulites* ; les pegmatites surtout sont merveilleusement représentées, et comme puissance et comme nombre d'espèces : pegmatite graphique, pegmatite micacée, pegmatite à mica palmé, pegmatite tourmalinifère ; nous reviendrons sur leur étude à propos des roches éruptives et nous signalerons à ce propos les minéraux qu'elles renferment. A Bagnères-de-Luchon, à la station d'Ax, aux environs de Saint-Béat, dans la vallée de Soulan, ces roches se retrouvent à chaque pas, non seulement dans l'archéen, mais encore dans le terrain primitif. Dans le silurien, elles ne se montrent plus que d'une façon exceptionnelle et sont alors remplacées par de nombreux filons de quartz ; le silurien moyen des environs de Luchon renferme, il est vrai, des roches granitoïdes qui ressemblent aux granites : j'ai cité à cet égard, à l'entrée de la vallée de Larboust, la roche de la carrière de la Picadisse. Nous y avons vu une granulite amphibolifère à mica noir passant parfois à une microgranulite.

Dans le massif du Pic du Midi, il existe de nombreuses pegmatites dans le silurien moyen ; mais elles nous ont paru être différentes de celles qui, aux environs de Luchon, d'Ax, de Saint-Béat, se montrent dans le terrain archéen.

Ainsi, on peut établir en thèse générale que l'archéen est par excellence l'étage où dominent les pegmatites ; l'absence du granite à mica noir sur cet horizon est, d'autre part, un caractère négatif qui a sa valeur pour différencier cet étage de l'étage des schistes primitifs.

A la partie supérieure de l'archéen, les pegmatites deviennent habituellement plus rares et sont remplacées par des *filons de quartz*. Le quartz, en effet, est abondamment répandu : à Ax (sur la route de Prades) et à Luchon (carrière de Montauban), il renferme du grenat et de l'idocrase ; il semble parfois que ces filons de quartz se rattachent à l'épanchement des pegmatites.

Distribution du terrain archéen dans les Pyrénées

Le terrain archéen est largement développé dans les Pyrénées centrales ; il forme habituellement la bordure du terrain primitif ; parfois pourtant, il en est indépendant.

Vallée de l'Ariège. — Dans la vallée de l'Ariège (fig. 2-12), l'archéen se montre nettement aux environs d'Ax, où il est représenté par les schistes satinés de Savignac, passant vers leur base à des micaschistes à des gneiss ; il est limité dans le haut par les schistes quartzeux rubanés du Castelet ; vers le bas la démarcation est assez indécise, à cause des actions métamorphiques puissantes qui ont donné aux roches archéennes le faciès et, jusqu'à un certain point, la composition des schistes primitifs. C'est néanmoins sur le parallèle d'Ax que semble se terminer cet étage, car, dès le village d'Orgeix, on trouve, avec des granites à mica noir, les gneiss glanduleux et les cipolins.

Une coupe levée au nord d'Ax, sur le chemin de Prades, entre cette station balnéaire et le deuxième lacet de la route, donne la succession suivante :

Après les schistes carburés et quartzeux (h) des environs de Sorgeat, on trouve en descendant vers Ax :

g. — Phyllades satinés, pyritifères, très grenus au microscope.

f. — Phyllades satinés avec gros filons de pegmatite à mica blanc, légèrement feuilletée par suite de pression.

e. — Roches rubanées renfermant du grenat et de l'idocrase ; elles sont traversées par un gros filon de quartz grenatifère produisant de nombreuses perturbations dans le voisinage et envoyant dans ces masses de nombreux filonnets irréguliers. Le quartz, qui est à éclat gras, renferme çà et là des cristaux de feldspath, de sorte qu'on pourrait voir dans cette roche une sorte de pegmatite très quartzeuse. Ce développement de minéraux exceptionnels paraît lié à l'action de la pegmatite. Les roches à grenat, habituellement très grenues et nettement rubanées, présentent diverses couleurs : vert clair, jaune clair, gris bleuâtre. L'idocrase, beaucoup plus rare d'ailleurs, est en prismes carrés, de couleur verdâtre.

d. — Schistes pétrosiliceux peu développés.

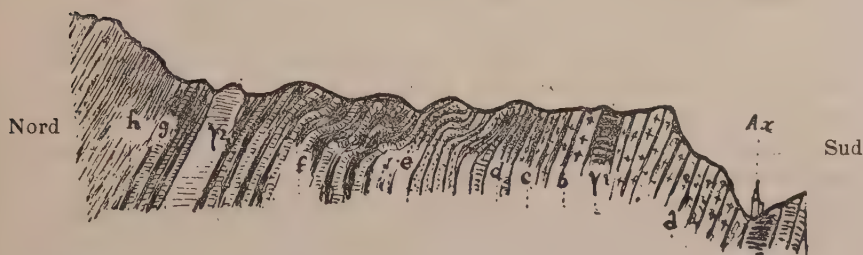
c. — Gros filon de quartz blanc et rosé avec filonnets irréguliers ; il s'irradie dans des schistes micacés, riches en quartz, ayant l'aspect des micaschistes.

b. — Schistes micacés finement feuilletés, à mica blanc ; le quartz y est très rare ; ce sont de faux micaschistes devant probablement leur mica blanc à l'action de la pegmatite.

Gros filon de pegmatite (γ^2).

a. — Gneiss et micaschistes à mica noir, traversés par des filons de quartz et de pegmatite. Il faut y voir des gneiss et micaschistes métamorphiques, car ils sont mêlés de phyllades. Cette série rappelle la série

Fig. 112 — COUPE PRISE SUR LA ROUTE DE PRADES.



CAMBRIEN	{	h. — Schistes carburés de Sorgeat avec schistes quartzeux	ARCHÉEN	{	c. — Schistes micacés
ARCHÉEN	{	g. — Phyllades satinés	{	b. — Gneiss feuilleté et micaschistes	Gneiss et micaschistes métamorphiques
		γ^2 . — Pegmatites à mica palmé			
		f. — Phyllades satinés		a. — Gneiss rubané	Pegmatite et granulites d'Ax
		e. — Roches grenatiques			
		d. — Schistes pétrosiliceux			

de phyllades gneissiques de Luchon ; elle présente aussi une analogie frappante avec les schistes de Saint-Lô, modifiés par les pegmatites, tels que je les ai vus à Faouet, dans le Morbihan.

Plus bas, les pegmatites prennent un magnifique développement, vers Ax et Ascou ; elles renferment assez souvent du mica palmé.

A Orgeix, on trouverait des masses considérables de granite à mica noir. A Orlu, enfin, les vrais gneiss, devenant plus loin porphyroïdes et toute la série primitive que nous avons décrite à propos de l'ascension au lac de Naguille.

En somme, l'archéen présente ici deux zones :

1° En haut, *schistes satinés de Savignac* ;

2° En bas, *micaschistes et gneiss métamorphiques d'Ax*.

Dans la région d'Ax, la partie supérieure de l'archéen est peu représentée relativement à la partie inférieure. Le développement des schistes micacés coïncide avec le grand développement de pegmatites, de sorte qu'il semble y avoir là une relation de cause à effet.

Sur les hauteurs du lac de Naguille, les roches archéennes sont encore

plus modifiées, ce qui s'explique par l'abondance des roches d'intrusion et les mouvements dynamiques dont cette région a été le théâtre.

Vallée d'Aston. — Mêmes caractères que dans la vallée de l'Ariège ; l'archéen est représenté par les schistes de la Ferrière (fig. 48).

Massif du Picou. — Ici l'archéen est assez restreint : les schistes des environs de Prayols en font partie (fig. 20). La bande archéenne continue vers l'ouest, dans la direction du Pech d'Arbiel.

Vallée de Vicdessos. — Il est représenté par des leptynolites au voisinage du granite de Bassiès ; au-dessus de Marc-d'Auzat (fig. 24), il prend un très grand développement et repose sur les schistes cristallins primitifs.

Région d'Aulus. — L'archéen est constitué (fig. 37-38) dans les hauts vallons d'Aulus, par de belles roches pétrosiliceuses rubanées, à texture compacte, à cassure conchoïdale ou esquilleuse, rappelant en tout point les halleflintas. Pas de phyllades gneissiques. Ici, le T. primitif ne se montre pas, l'archéen butant directement au sud contre le granite massif.

Région d'Ustou. — Dans cette région, les conditions sont analogues, mais l'archéen est refoulé très loin vers le sud (fig. 39).

Vallée du Salat. — L'archéen n'existe pas, à mon avis, dans la vallée de Coufens et de Salau (fig. 40) ; le terrain le plus ancien paraissant à la surface est le cambrien ; il est toutefois à remarquer que les coumes profondes qui descendent de la crête frontière, entament en partie des roches pétrosiliceuses.

Vallée de l'Arac. — Cet étage est très nettement développé dans la haute vallée de l'Arac (fig. 29), entre l'étang du Lhers et le Port. Les roches sont bien rubanées ; au contact du granite méridional, développement de leptynolites maclifères.

Plus bas, dans la gorge de Soulan (fig. 32), il se montre au sein des schistes primitifs disposés en un vaste synclinal ; ici, c'est le faciès des phyllades gneissiques qui domine, comme à Ax et à Luchon ; les vrais schistes pétrosiliceux y sont rares. Dans l'archéen viennent s'emboîter à leur tour les quartzites cambriens et les schistes carburés inférieurs.

Une apophyse s'en détachant vers le nord va rejoindre, dans la région du Pech-d'Arbiel, l'archéen déjà vu entre Tarascon et Foix, près de Prayols. Entre Biert et le Pech-d'Arbiel, il y a discordance entre l'archéen et les schistes cambriens (fig. 29).

Vallée du Lez. — Nous avons eu l'occasion de décrire longuement (page 320), l'archéen des environs de Sentein : les schistes pétrosiliceux sont très répandus au voisinage du port de la Hourquette, à la montée du port d'Uretz et dans la région du pic de Crabère (fig. 65, 68, 69). Dans cette partie de l'Ariège, absence simultanée de phyllades gneissiques et de pegmatites. Ici donc, comme à Ax, comme à Luchon, ces deux ordres de roches partagent le même sort : il semble par suite qu'il y ait entre elles liaison étroite. Dans la gorge de l'Izar, et surtout au Mail-de-Cristal, le quartz chlorité forme des filons puissants.

Vallée d'Aran. — L'archéen est magnifiquement développé dans le bas du val d'Aran où il s'étend sur de larges surfaces, notamment entre Argut et Lès (fig. 77 et 85); il constitue presque à lui seul les montagnes de Fos, de Melles, du Pont-du-Roi, de Lès, de Bossost, du Portillon de Burbe. Il forme les rochers hardis qui bordent l'étroit défilé de la Garonne. Vers Lès-d'Aran, il est lardé de pegmatites et repose sur les schistes cristallins primitifs (fig. 78-79). Sur ce point, grand développement de phyllades gneissiques, de schistes sériciteux avec wernérite et andalousite; on y trouve des galets siliceux.

Vallée de la Pique. — Aux environs de Luchon (fig. 91), et surtout à Montauban (92, 93), dans le val de Burbe (101, 102) et au bas du Larboust (104), l'archéen a les mêmes caractères qu'entre Bossost et le Pont-du-Roi; ce sont les phyllades gneissiques et les schistes à staurotide qui dominent. On est alors dans la zone des pegmatites.

A la montée du Port de Vénasque (104), dans la vallée d'Oo aux environs du lac (fig. 105), et surtout dans le cirque de la Glère (fig. 100), l'archéen est assez développé; il est représenté surtout par des schistes satinés, parfois à otréélite ou plutôt à vénaskite, des schistes à andalousite, des schistes pétrosiliceux; il se montre aussi à Superbagnères (100, 103).

Environs de Saint-Béat — L'archéen existe au pic du Gar (fig. 86) au-dessus des schistes cristallins, mais ses caractères sont mal définis; il est plus net en dessous de Sost où il renferme des schistes tourmalinifères et vers Esténos (fig. 98); dans ce dernier point, l'archéen est en discordance avec les schistes primitifs de Chaum et les schistes cambriens de Saléchan.

Comparaison avec les autres pays.

Dès longtemps nos schistes archéens des Pyrénées ont été assimilés aux *schistes de Saint-Lô* (Cotentin); de mon côté, j'ai pu voir sur place leur analogie avec les *schistes de Douarnenez* (Bretagne). Leurs caractères pétrographiques et leur position stratigraphique semblent, d'autre part, les rapprocher de la base des *schistes de Rivadeo* (Asturies), décrits par M. Barrois, et des *schistes micacés de la province de Ciudad-Real* qu'accompagnent, comme dans les Pyrénées, des schistes satinés maclifères et des schistes à otréélite.

Par l'abondance de ses roches pétrosiliceuses, l'archéen des Pyrénées paraît correspondre à l'*Arvonien* et au *Pébidien* du Pays de Galles, à l'*Huronien* et au *Montalbanais* du Canada. On sait, d'autre part, que M. Hébert a assimilé les schistes de Saint-Lô aux *schistes de Lanberis*, partie inférieure du groupe de Longmynd. (B. S. G., août 1886.)

CAMBRIEN OU SILURIEN INFÉRIEUR

Nous plaçons dans le cambrien un ensemble de dépôts situés entre les schistes carburés inférieurs à graptolites dendroïdes (horizon d'Arenig) et les schistes satinés plus ou moins pétrosiliceux de l'archéen ; ainsi qu'il a été dit plus haut, ils se séparent de ces derniers par une discordance que nous avons reconnue en divers points ; les roches sont d'ailleurs différentes.

Caractères pétrographiques.

Les caractères pétrographiques sont assez variables, et, à cet égard, nous distinguerons deux faciès : l'un d'eux est caractérisé par la prédominance des schistes argileux et des grès. Les schistes sont de couleur relativement claire ; ce sont les tons grisâtres qui dominent habituellement, mêlés presque toujours de jaune, de roussâtre, parfois de vert clair et de rouge tendre, toutes couleurs s'exaltant par imbibition d'eau ; la plupart de ces roches sont argiloïdes, presque terreuses, sauf quand une imprégnation de silice les transforme en schistes siliceux.

Les schistes noirâtres sont assez répandus dans certaines régions ; on les confondrait avec ceux qui sont à la base du silurien moyen, n'était leur plus grande dureté, leur faciès phylladien, leur richesse en silice ; les veinules de quartz y affectent souvent une disposition zonaire.

Tel est le cambrien du Pech-d'Arbiel et en général de la région montagneuse située au sud de la route de Foix à Saint-Girons. On le retrouve, mais plus cristallin, dans le centre de la chaîne. Entre le cambrien ainsi défini et le silurien primordial de l'Hérault, il y a la plus grande analogie au point de vue lithologique, ainsi qu'il résulte des comparaisons que j'ai faites sur place. D'autre part, les schistes verts rappellent ceux de Rennes, les schistes roussâtres ceux de Parrennes, attribués, comme on le sait, au silurien inférieur.

Dans les parties les plus élevées de la chaîne, et, en général, partout où les actions dynamiques se sont fait sentir avec une certaine intensité, ce même horizon est représenté par des roches plus cristallines ; les grès sont remplacés par des quartzites, les schistes argileux par des phyllades plus ou moins ardoisiers, et souvent, quand la silice est abondante, par des sortes de novaculites ; en outre, les

schistes prennent parfois un éclat, un satiné qui leur donne la physionomie des phyllades archéens.

Tel est le cambrien des hautes régions, et en particulier de la région montagneuse qui borde l'axe de la chaîne. A ce faciès, qu'on pourrait appeler « pyrénéen, » en réservant pour l'autre le nom de « subpyrénéen, » appartiennent les ardoises de Pales de Sajust, dans la Haute-Pique, les phyllades verts ou gris qu'on trouve à la base du Port de Vénasque, phyllades que M. Hébert a comparés aux roches de Laifons, sur la Meuse, et à celles qui, aux ponts de Cé, près d'Angers, forment la base des ardoises à trilobites (*). J'y rapporte aussi les schistes quartzeux rubanés de la Haute-Ariège, les schistes aimantifères à chloritoïde de la base du port d'Urets, identiques aux schistes verts à chloritoïde de Salles de Rohan (Bretagne) qu'on a placés sur l'horizon desschistes aimantifères à Oldhamia de Deville (Ardenne); aussi les quartzites du massif du Mont-Rouch (Haut-Salat), des environs de Montgarri (Haut-Pallas) et du Pontaut de Canejan, rappelant, les derniers surtout, les quartzites ardennais de Monthermé; au cambrien également je rapporte les poudingues siliceux du Rio Bonaigue, dont le quartz est gras et enfumé comme celui du N.-O. de la France.

Cambrien de diverses régions pyrénéennes.

Revenons rapidement sur les principaux affleurements de cambrien que nous avons rencontrés au cours de nos explorations à travers les Pyrénées centrales.

Haute-Ariège. — Aux environs d'Ax et dans toute la Haute-Ariège, le cambrien est représenté par un remarquable horizon de schistes quartzeux rubanés, bien visibles au Castelet (fig. 42); dans la vallée de Vicdessos (fig. 24), ils sont accompagnés de quartzites et de schistes siliceux veinulés par du quartz. Cette zone intéressante est placée entre les schistes satinés (A) de Savignac et les schistes carburés inférieurs (S²a) de Vaychis.

Vallée de l'Arac. — Dans la haute vallée de l'Arac, vers le Port de Massat (fig. 29), se montrent pareillement des quartzites et des schistes siliceux; on retrouve le même système dans la gorge en amont de Soulan (fig. 32).

Massif du Pech d'Arbiel. — Aux environs du col de la Crouzette (fig. 29), masse considérable de schistes argileux, verts, gris, noirs, plus rarement rougeâtres, ayant le faciès du silurien primordial de l'Hérault; les schistes quartzeux rubanés y sont assez répandus. Ce système, qui atteint

(*) Réunion extraordinaire de la Soc. géol. de France à Saint-Gaudens (B. S. G., 2^e série, tome XIX, p. 54).

4000^m de puissance, est en discordance avec les schistes satinés archéens de Lardecail; il est en relation du côté nord avec des schistes carburés.

Massif du mont Rouch et de la Haute-Noguera. — Dans le massif du mont Rouch (fig. 40) et dans la région que doit traverser le tunnel international projeté (fig. 44), grand développement de schistes siliceux rubanés formant de grandes dalles et de quartzites feldspathiques gris, blanchâtres ou verdâtres, imbibés d'une matière pétrosiliceuse qui leur communique une certaine fusibilité; ce même système est très répandu sur le versant espagnol et particulièrement dans la gorge qui remonte jusqu'à Montgarri (nos 6 et 5 de la fig. 84). Entre Valencia et le port de la Bonaigue (n° 6, fig. 84), on y trouve, au-dessous des schistes carburés inférieurs, de minces bancs de poudingues à petits galets de quartz enfumé.

Vallée du Biros. — Dans la vallée du Biros et plus spécialement dans la région minière, on rencontre à divers niveaux des grès et des quartzites noirâtres ou verdâtres mêlés à des schistes plus ou moins siliceux et à quelques conglomérats quartzeux (fig. 65); telles sont les roches qui se montrent en amont d'Estoueu et du Bocard et sur le bord septentrional du vallon de la Plagne; sur le chemin du port d'Urets, elles alternent avec des schistes verdâtres à chloritoïde, identiques aux schistes de Rohan de Salles (Bretagne) et aux ardoises de Deville (Ardenne). Tout ce système est en discordance avec les schistes satinés pétrosiliceux (fig. 68).

Vallée d'Aran espagnole. — En aval de Lès d'Aran (fig. 78 et 79), le cambrien est largement développé; ses quartzites mêlés à des schistes noirâtres sont en discordance avec les schistes satinés et les phyllades gneissiques de l'archéen. Aux environs de Viella, on trouve des quartzites feldspathiques alternant avec des schistes noirs plus ou moins siliceux (fig. 82).

Vallée d'Aran française. — Au sud des Arguts (fig. 85), schistes argileux vert clair ou noirâtres, avec quartzophyllades, le tout séparé par une double discordance des schistes archéens de Melles et des schistes carburés inférieurs des Arguts (p. 371).

Environs de Saint-Béat. — Le cambrien existe probablement à la base du Gar. Il est bien développé vers Saléchan (fig. 98), où il est représenté par des schistes gris et noirs rubanés par du quartz, des quartzites et des grès quartzo-feldspathiques, des schistes ardoisières analogues à ceux de la montée du port de Vénasque. Ces assises sont discordantes en direction avec les schistes d'Estenos que nous attribuons à l'archéen.

Vallée de la Pique. — Au cambrien semblent devoir être rapportés les quartzites et schistes siliceux de Luret, près Cier-de-Luchon (fig. 92), ceux de Moustajon (94), les schistes siliceux et les quartzites feldspathiques de Superbagnères (103), les ardoises à *Montfortia* de Pales de Sajust, les schistes ardoisières du pic de la Pique et les phyllades à filons de quartz de la montée du port de Vénasque (fig. 104), comparables, d'après M. Hébert, aux schistes des ponts de Cé placés à la base des ardoises à trilobites d'Angers.

Caractères paléontologiques.

Les données paléontologiques se réduisaient à quelques vagues traces de *fucoides* que présentent les schistes argileux du Tuc de Mauberge; mais, dernièrement, M. Lebesconte a reconnu, sur des schistes ardoisiers de Pales de Sajust que je lui ai adressés, des *Montfortia* et quelques autres empreintes habituelles aux schistes de Rennes; d'autre part, il a confirmé ma manière de voir sur l'analogie que présentent ces schistes cambriens avec les schistes bretons qu'il a si bien étudiés.

Disposition du terrain cambrien.

Le cambrien est très développé dans la haute chaîne où il est étroitement lié à l'archéen. D'ailleurs, l'un et l'autre terrain épousent habituellement l'allure du terrain primitif quand il paraît à la surface.

Roches éruptives.

Les filons de quartz sont très répandus dans ce terrain; les pegmatites et autres roches à mica blanc ne s'y montrent guère; le granite à mica noir jamais, au moins à ma connaissance.

Ordre de succession.

Le cambrien des Pyrénées peut être lithologiquement divisé en deux zones :

- 1^o Zone supérieure. — Surtout *argileuse*, où dominant les schistes argileux de diverses nuances et, en particulier, des schistes noirs ressemblant à ceux de la base du silurien moyen, mais s'en distinguant par une disposition ondulée due à la présence de nombreuses veinules de quartz;
- 2^o Zone inférieure. — Surtout *phylladienne*, dans laquelle se tiennent habituellement les quartzites, les grès quartzofeldspathiques et les poudingues à noyaux de quartz. C'est ici que se trouvent surtout les schistes satinés à chloritoïde.

C'est la zone inférieure qui paraît la plus constante; d'ailleurs elles passent l'une à l'autre.

Comparaison avec les autres pays.

La première zone correspond, d'après moi, aux schistes primordiaux de Ferrals-les-Montagnes (*Hérault*), aux schistes alunifères de *Scandinavie*, aux schistes noirs pyritifères de Revin (*Ardennes*), aux schistes pourprés de *Bretagne*, aux schistes ardoisiers de Pareunes, au Lingula flags d'*Angleterre*. Ce serait le *scandinavien* ou *cambrien supérieur*.

La zone inférieure équivaut, à mon avis, aux schistes aimantifères à Oldhamia de Deville, aux quartzites de Monthermé (*Ardennes*), à une partie des schistes de Rennes, aux schistes à chloritoïde de Salles-de-Rohan (*Bretagne*), au grès de Harlech (*Angleterre*). Ce serait l'*ardennais* ou *cambrien inférieur*.

SILURIEN MOYEN

Le silurien moyen des Pyrénées atteint presque toujours un développement considérable ; on peut y distinguer trois zones qui sont en série ascendante :

1^o *Zone inférieure*. — Schistes carburés à graptolites dendroïdes (horizon d'Arenig) ;

2^o *Zone moyenne*. — Série calcaro-schisteuse et calcaire métallifère (horizon du grès armoricain et de Llandeilo) ;

3^o *Zone supérieure*. — Schistes argileux avec grès (horizon de Caradoc).

Pour simplifier, nous les désignerons par S²a, S²b, S²c.

ZONE INFÉRIEURE

— S²a —

La base de l'étage est presque constamment occupée, dans les Pyrénées, par une bande épaisse de schistes argileux noirs, graphiteux, mêlés parfois à des grauwackes schisteuses ou grenues, ces dernières roches n'ayant néanmoins qu'un rôle subordonné.

Dans les régions tourmentées, et près du granite, ils deviennent fibreux, parfois satinés et se chargent de mica hydraté (damourite) et plus souvent encore de macles de chiastolite. Dans les mêmes circonstances, ils subissent parfois une sorte de décarburation qui leur enlève la livrée noirâtre qui les caractérise.

Les filons de quartz y sont abondants, les pyrites de fer presque toujours répandues à profusion ; aussi les efflorescences vitrioliques et alunifères, les dépôts de fer hydroxydé, les sources ferrugineuses sont-elles fréquentes dans cette zone.

C'est dans ces schistes carburés inférieurs et bien au-dessous de l'horizon du silurien supérieur que j'ai trouvé, mais dans la vallée d'Orle seulement, des *graptolites dendroïdes* qui m'engagent à mettre cette zone sur le parallèle des couches d'Arenig.

ZONE MOYENNE

— S²b —

La zone moyenne présente de grandes variations suivant les localités, et il faut en tenir compte sous peine de ranger sur des niveaux

différents des formations qui sont synchroniques ; pour le dire en passant, c'est là une des plus grandes difficultés de la géologie pyrénéenne.

Dans sa composition entrent surtout le schiste argileux et le calcaire, l'une ou l'autre roche prédominant suivant les cas ; de cette sorte de lutte résultent des alternances multipliées parfois à l'infini.

Le schiste argileux est jaunâtre, roussâtre, noirâtre ; souvent, il devient ardoisier et prend un éclat plus ou moins lustré.

Quant au calcaire, tantôt il se présente en plaquettes ou en dalles, tantôt en bancs assez épais ; le plus souvent il forme avec le schiste une union intime.

L'aspect des calcaires est des plus variables : de couleur sombre quand ils sont mélangés d'argile ou d'autres matières étrangères, ils passent, quand ils sont purs, au gris ou au blanc et, la cristallinité s'y joignant, ils prennent alors l'apparence de calcaires marmoréens. Parfois, le calcaire devient siliceux et dolomitique, ainsi que nous l'avons montré à propos du pays de Sentein.

Suivant les régions, c'est le calcaire ou bien le schiste qui prédomine, de sorte qu'on se trouve en présence de deux faciès :

- 1° Faciès schisto-calcaire ou calcaro-schisteux ;
- 2° Faciès calcaire.

Celui-là se montre surtout dans les régions déprimées ; celui-ci est surtout l'apanage des hauts massifs et, en général, des régions à stratification tourmentée ; c'est l'équivalent métamorphique du premier.

Faciès schisto-calcaire.

Nous prendrons pour point de départ le faciès schisto-calcaire comme présentant moins de modifications ; les fossiles y seront moins rares et les perturbations moins multipliées. Nous passerons ensuite au faciès calcaire qui est plus complexe.

Reportons-nous pour cela à la coupe détaillée déjà donnée le long du Lez en amont de Sentein. L'énumération des diverses assises comprise dans ce parcours serait aussi fastidieuse que superflue, vu leurs alternances multipliées ; il nous suffira de renvoyer à ce que nous en avons dit, à propos de la vallée du Lez en amont de Sentein (p. 324).

Même faciès dans la vallée de la Garonne en amont de Saint-Béat (p. 374), celle de la Pique en aval de Luchon (p. 386), les vallées d'Orle (p. 309) et de l'Isar (p. 343) et la vallée du Salat en amont de Couflens (p. 258), etc. ; mais, comme on peut le voir sur les coupes que j'ai déjà données à propos de ces diverses régions, les éléments pétrographiques sont toujours à peu près les mêmes partout, mais

ils ne se succèdent pas habituellement dans le même ordre : du moins je n'ai rien trouvé d'absolument constant, peut-être à cause des récurrences de certaines assises.

Faciès calcaire

Dans les hautes régions et au voisinage des granites éruptifs, le silurien moyen prend un faciès tout différent ; au lieu de schistes argileux et de calschistes de couleur terne ou noirâtre se montrent surtout des calcaires cristallins et des dolomies ayant parfois la blancheur du marbre le plus pur ; quant au schiste, il devient quelquefois subordonné au point de passer inaperçu. Dans la Haute-Ariège ce calcaire est puissamment développé ; ses relations y sont, d'ailleurs, assez nettes. Aussi est-ce dans cette région que nous allons l'étudier d'abord. On sait que, en raison de sa richesse en minéraux métalliques, M. Mussy l'avait appelé *calcaire métallifère*.

Un des traits les plus saillants de la géologie de la Haute-Ariège, c'est l'existence d'un calcaire métallifère généralement très puissant que sa livrée jaune-sombre ou roussâtre et son aspect rugueux permettent de suivre facilement de l'œil sur de grandes distances ; c'est le gisement par excellence des minerais de fer, tantôt à l'état d'oligiste métalloïde ou concrétionné, tantôt et le plus souvent à l'état d'hématite brune plus ou moins manganésifère. Cette bande intéressante est jalonnée par des mines nombreuses dont certaines sont activement exploitées : Luzenac, Lassur, Albiès, le Pech des Cabannes, Château-Verdun, Larcac, Miglos, Lercoul et surtout Rancié.

Le calcaire est assez irrégulier dans son parcours ; examinons sa répartition à la surface. Les figures 8 à 18 permettent de le suivre à travers la Haute-Ariège.

Il entre dans le département par la région montagneuse comprise entre le col de Marmare et Ax, se montre dans la haute serre de Vaychis et d'Ignaux, descend rapidement sur le pont d'Unac, franchit l'Ariège et va former, sur la rive gauche de cette rivière, quelques monticules, notamment celui du calvaire de Luzenac ; Lassur est bâti sur une de ces protubérances ; au nord de ce village le calcaire revient sur la rive droite ; masqué un instant par un dépôt alluvial, il reparait en aval de Vèbre, puis file directement sur le Pech Saint Pierre qui en est entièrement formé. On le voit franchir l'Ariège pour constituer les reliefs roussâtres qui dominent à l'ouest le Pech des Cabannes ; il descend ensuite sur Château-Verdun, traverse le torrent d'Aston et gravit aussitôt après les montagnes d'Aulos et de Larcac. On retrouve cette bande dans les diverses vallées tributaires du pays de Vicdessos ; elle passe à Norgeat, Gestières, Siguer, forme la montagne de Lercoul et de Rancié, puis descend par le sud de Goulier jusqu'aux bords du torrent d'Auzat où elle semble se perdre (fig. 24).

Néanmoins, elle ne se termine pas aussi brusquement ; au-delà du port de Saleix, le calcaire prend de nouveau une grande importance et, longeant le bord septentrional du granite de Bassiès, il gagne les hautes vallées d'Aulus et d'Ustou (fig. 37 à 39), jalonné dans son parcours par de nombreux gisements métalliques ; seulement à partir d'Auzat, les minerais changent de nature ; le fer, si abondant dans la Haute-Ariège, n'a plus ici qu'une importance tout à fait secondaire et ne donne lieu à aucune exploitation sérieuse ; dans le Haut-Salat, au contraire, des minerais tels que la galène argentifère, la blende, la chalcoppyrite, minerais purement accessoires dans la Haute-Ariège, affleurent en une multitude de points et alimentent même de grandes exploitations.

Après avoir quitté les montagnes d'Ustou, le calcaire vient couper la vallée du Salat un peu en amont de Salau (fig. 40 et 41), suit le port de ce nom (fig. 43) et gagne dès lors le Haut-Pallas (Catalogne).

Continuant toujours sa marche vers le sud-ouest (fig. 84), il forme le massif de la Roca-Blanca, passe au nord du port de la Bonaïgue et à la source de la Garonne, se montre aux bords d'Artias, coupe le Rio-Negro (fig. 82), monte au pic de la Fourcanade (fig. 100), d'où il descend dans le ravin profond (fig. 94-104) creusé au pied de la Maladetta (Peña-Blanca, pic Padern) ; nous pourrions le suivre plus à l'ouest, à travers le Haut-Aragon.

Toutefois, la bande n'est pas unique : en plusieurs régions, et notamment dans le Haut-Pallas et la vallée d'Aran, elle est divisée en deux par des pointements granitiques.

Cette bande calcaire, qu'on pourrait appeler « bande de la Haute-Ariège, » est remarquable par sa longueur, sa puissance, et surtout sa continuité.

Il en existe aussi plusieurs autres, mais moins importantes, plus ou moins discontinues et passant souvent latéralement à un système calcaro-schisteux. C'est ainsi que le massif schisto-calcaire de la Haute-Pique change de caractère en continuant sa marche vers l'ouest et prend peu à peu le faciès calcaire et dolomitique : il se présente dans ces conditions à Médassoles et au sud du vallon d'Esquierry (fig. 105) au contact même du calcaire à orthocères du silurien supérieur. La même bande, entremêlée de schistes argileux se poursuit dans le Haut-Louron, gagne les montagnes de Vielle d'Aure, se montre au lac d'Orrédon, d'où elle passe dans la vallée d'Héas ; elle recoupe la vallée du Gave entre Héas et Gavarnie, puis va se développer dans le massif granitique du Vignemale ; je ne l'ai pas suivie plus loin vers l'ouest. Ce même calcaire, d'ailleurs, contourne le massif granitique de Néouvielle, se montre au pic d'Arbizon où il est chargé de minéraux (idocrase, grenats, axinite, etc.), dans la région du Tourmalet, du pic du Midi de Bigorre qui en est presque entièrement formé ; dans la gorge de Barèges où les calcaires affectent les contournements les plus capricieux et donnent ce qu'on a appelé des barégiennes. De Barèges, le calcaire s'étend vers l'ouest, coupe le Gave de Pau vers Vizos, passe dans la gorge de Cauterets où il contient les mines de blende et de galène de Pierrefitte. Ici le calcaire métallifère est

en relations, vers le nord, avec les schistes carburés à graptolites d'Uz relevant du silurien supérieur.

Pareillement, la zone schisto-calcaire qui se montre sur les bords du Salat, entre Salau et Couflens (fig. 40 et 42), change de caractères en gravissant les hauteurs du mont Vallier ; les schistes diminuent, les calcaires augmentent en puissance et en cristallinité ; c'est, en un mot, le faciès calcaire qui tend à s'établir. Le Vallier, en effet, et aussi la longue crête dentelée qui s'en détache vers le nord (fig. 62), est presque entièrement formé par des calcaires et des calschistes cristallins ou demi-cristallins ; les roches de ce massif ont la plus grande analogie avec celles du lac de Naguille (Haute-Ariège) et des environs de Barèges. D'autre part, quoique elles se rattachent au même système que les calcaires du val d'Aran, elles ont généralement une cristallinité moins accusée. Le système pétrographique du Vallier se retrouve plus à l'ouest, au fond des vallées du Riberot et d'Orle (fig. 64 et 63). De là la bande calcaire gagne le massif du Mail de Bulard, et, se tenant toujours dans le haut, va prendre un grand développement autour des mines de Sentein (fig. 70) et des mines espagnoles du lac Liat. Dans cette dernière partie de son parcours, les calcaires marmoréens et les dolomies cristallines prédominent ; ce sont ici les mêmes caractères pétrographiques que dans la Haute-Ariège, qu'au port de Salau, qu'à la Peña-Blanca ; même cristallinité, même richesse en minéraux métalliques. *Nous avons donc, en suivant cette bande depuis les bords du Salat jusque dans les montagnes de Sentein, assisté à ses transformations graduelles : vers Couflens, faciès schisto-calcaire ; au Vallier, faciès calcaro-schisteux ; ici faciès essentiellement calcaire ; on a là la preuve que le calcaire cristallin et dolomitique des mines de Sentein, identique à celui de Salau, à celui de la Pena-Blanca, se trouve sur le même horizon géologique que le système schisto-calcaire des bords du Salat aux environs de Couflens, lequel système représente, ainsi que nous l'avons montré précédemment, l'étage du silurien moyen.* Sauf vers la Seoube (fig. 80) et l'Entécade (fig. 83), le calcaire du lac Liat se montre très peu dans le bas du val d'Aran espagnol où plutôt il change de faciès ; du côté nord, il va se rattacher aux dalles et schistes ardoisiers de la Basse-Pique, du côté sud, aux dalles et schistes ardoisiers de la Haute-Pique, dont nous avons suivi précédemment les transformations latérales. En quelques points, pourtant, le faciès du calcaire cristallin tend à réapparaître ; c'est ce qui a lieu notamment dans la montagne de Cazaril, où l'on trouve (fig. 464), supportant les schistes carburés à orthocères, un calcaire blanchâtre, rubané, que Leymerie considérerait avec raison comme l'équivalent stratigraphique de celui de la Peña-Blanca. A partir de Cazaril, le calcaire file dans la direction d'Esquierry (fig. 405), d'où, comme nous l'avons vu, il gagne la vallée du Louron et la vallée d'Aure.

Au nord des zones que nous venons de suivre, le calcaire métallifère est très rare ; il se montre, néanmoins, au-delà du massif primordial de l'Arac, dans le massif du Pech d'Arbiel (fig. 29) et en particulier à Riverenert, où il renferme un gîte important de fer magnétique pyriteux (fig. 30).

Le calcaire de Naguille (fig. 2) et celui des lacs de la Haute-Ariège appartient aussi au même étage silurien.

Le système calcaire ne se distinguant pas essentiellement du système calcaro-schisteux, il est parfois difficile de suivre les horizons du calcaire cristallin; en certains points, ces bandes semblent passer les unes aux autres.

Cause probable de ces divers faciès

Le silurien moyen présente donc divers faciès, et entre ces faciès il y a passage insensible. A quoi tiennent ces variations pétrographiques? C'est ce que nous allons examiner dès maintenant.

Quand on étudie la distribution de ces masses calcaires, on s'aperçoit qu'elles se montrent de préférence dans les régions bouleversées, parcourues par des failles, et surtout au voisinage du granite massif. Ces conditions se présentent tout particulièrement dans la haute chaîne, théâtre habituel des dislocations et des fractures; aussi le nom de *calcaire alpin* leur conviendrait parfaitement, s'il n'avait été appliqué par Charpentier à des roches d'un âge tout différent. Dans les régions plus déprimées, qu'on pourrait appeler *subalpines*, le calcaire est remplacé par des alternances de calschistes argileux et de schistes ardoisiers, à moins que le granite ne soit venu y faire apparition.

C'est ainsi que la bande calcaire passant par le massif de la Maladetta, la vallée d'Aran, la source de la Garonne, le port de Salau, les montagnes d'Ustou et d'Aulus, est lardée de pointements granitiques ou bien est en rapport avec une bande granitique : à l'ouest, c'est le chaînon élevé des monts Maudits et des montagnes de Viella venant se terminer un peu au-delà du cirque de la Ruda; à l'est, le chaînon de Bassiès qui s'étend entre la vallée du Vicdessos et les abords du mont Rouch; dans l'intervalle, ils sont reliés par des affleurements granitiques surgissant en plein calcaire, à Artias, Trédos, dans le massif de Marimaña, à Salau. L'identité du granite dans les chaînons extrêmes et dans les affleurements qui leur servent d'intermédiaires prouve que la bande granitique, quoique interrompue à la surface dans ses parties centrales, est continue en profondeur.

La zone calcaire côtoyant la bande granitique est éminemment cristalline, riche en dolomies et en minéraux métalliques.

Dans la Haute-Ariège le même faciès se poursuit. Ici, il est vrai, le granite ne forme pas des intrusions au sein du calcaire; mais il est à présumer que le granite de Bassiès ne se termine pas brusquement et qu'il existe à une certaine profondeur. D'ailleurs, le calcaire métallifère est pincé entre deux puissants massifs strato-cristallins : en amont, le massif primitif de Fontargente et d'Aston; en aval, le massif du Saint-Barthélemy et du pic des Trois-Seigneurs, tous deux constellés de nombreux pointements granitiques. Il est, en outre, probable que la faille située entre ces

deux massifs n'est passans avoir exercé, au moins indirectement, quelque influence.

Le silurien des environs d'Aulus et d'Ustou, celui aussi qui se développe en amont de Couflens, présente éminemment le faciès schisto-calcaire ; les alternances de schiste ardoisier et de calschiste en dalles de couleur sombre se répètent un grand nombre de fois ; mais aux abords du Vallier, les roches deviennent plus cristallines et le calcaire prédomine sur le schiste, modification qui s'explique bien par les plissements multipliés qui se présentent dans ce massif, et aussi par l'existence d'un puissant pointement granitique à la base même de ce pic, pointement dont la roche est identique à celle de la Maladetta et du chaînon de Bassiès.

Vers le fond de la vallée d'Orle et surtout dans la haute région des mines de Sentein, le faciès cristallin est très accusé ; les dolomies ressemblent en tout point à celles du port de Salau et de la Peña-Blanca ; la région est d'ailleurs éminemment riche en minéraux métallifères, tels que blende et galène argentifère. Ici encore, comme dans la Haute-Ariège, le granite ne se montre pas à la surface ; mais les plissements exagérés qu'affectent les assises, le développement des macles, l'existence d'une faille attestent, et M. Mussy était de cet avis, que le massif du Vallier envoie jusqu'ici une apophyse souterraine. Les calcaires cristallins, les dolomies les gîtes métallifères se présentent aussi dans le massif du lac Liat.

Plus à l'ouest, dans la région de la Basse-Pique et surtout aux environs de Cier, le faciès schisto-calcaire domine, comme aux abords immédiats de Sentein et dans le bas du Val d'Aran français ; ici le granite est assez éloigné et les ondulations, quoique relativement nombreuses, ont une large amplitude ; aussi les dalles et les schistes ardoisiers conservent habituellement une surface plane sur de grandes étendues.

A Cazaril, cette même zone prend une cristallinité assez accusée. Remarquons que le granite est ici très près, que ce calcaire est logé dans un pli des schistes archéens, et que, d'ailleurs, il avoisine une faille (faille de Juzet).

Au sud d'Esquierry, la proximité du granite explique la cristallinité du calcaire.

Le faciès cristallin s'accroît surtout aux approches du massif granitique de Néouvielle et dans la région du Pic du Midi. Ici le métamorphisme est poussé à l'extrême : le calcaire est éminemment cristallin et les minéraux accidentels abondent de toutes parts.

Les observations qui précèdent tendent à démontrer qu'il existe une connexion étroite entre la cristallinité des calcaires et la présence du granite (*). Mais, dans ce métamorphisme, le granite est-il cause efficiente ou causé occasionnelle ? J'ai lieu de croire que ces modifications tiennent moins à l'action du granite, qui est venu à l'état consolidé, qu'aux dislocations et aux mouvements qui ont précédé,

(*) Dufrénoy et Durocher ont pareillement attribué au granite de la Maladetta la cristallinité et la dolomitisation des calcaires de la Pena-Blanca.

accompagné ou suivi son intrusion au sein des terrains sédimentaires. La ligne de contact du granite et du calcaire correspond à une zone de moindre résistance, par laquelle se sont frayé une route les divers agents internes (émanations gazeuses ou hydro-thermales) qui ont modifié les calcaires; l'origine interne de ces modifications est suffisamment indiquée par la présence du quartz et des filons métallifères. Quant aux minéraux accidentels si abondamment répandus dans ces roches, ils peuvent aussi avoir été apportés de l'intérieur; mais le plus souvent ils se développent aux dépens même de la roche qui leur sert de matrice, et cela, sous l'influence d'actions hydro-thermales qui ont remanié les principes chimiques de la roche.

L'augmentation de la cristallinité dans les parties qui ont subi des plissements nombreux, le développement exceptionnel de minéraux accidentels sur ces points, tendraient à montrer que ces modifications sont liées aux plissements eux-mêmes; dans ce cas, elles auraient pour cause première non l'influence directe du granite, non plus les émanations hydro-thermales qui lui ont servi de cortège, mais les actions dynamiques qui ont provoqué ces plissements.

Age attribué au calcaire métallifère

Les calcaires cristallins dont je viens de décrire le parcours ont donné lieu aux interprétations les plus diverses : il y a non-seulement divergence d'un auteur à l'autre, mais souvent différence de détermination chez un même géologue suivant tel ou tel point de la chaîne.

Charpentier regarde comme primitif le calcaire d'Artias et de la Maladetta.

Pour *Dufrénoy*, *François*, *Durocher* c'est un membre des terrains de transition; toutefois, le premier attribue au jurassique le calcaire de Rancié.

Pour *Leymerie*, le calcaire métallifère de l'Ariège n'est qu'un filon déchaussé; quant à celui de la Haute-Garonne, notamment celui de la Peña Blanca aussi bien que celui de Cazaril, il le rapporte au silurien supérieur, manière de voir qui se rapproche de nos déterminations.

M. Garrigou attribue au dévonien le calcaire métallifère de la Haute-Ariège; au terrain laurentien, le calcaire des lacs (Naguille, etc.); au carbonifère, le calcaire de la Peña Blanca.

M. Mussy, à l'exemple de *Leymerie*, range dans le silurien supérieur quelques-uns de ces calcaires métallifères (*Sentein*), d'autres dans le silurien inférieur (montagnes d'Aulus, d'Ustou), d'autres enfin, dans le dévonien (massif du mont Vallier).

Magnan attribue au cambrien le calcaire de la Maladetta et du port de Salau, au laurentien celui de Naguille.

Pour *Seignette*, il y a dans la Haute-Ariège deux bandes de calcaire

métallifère : l'une méridionale, l'autre septentrionale, appartenant toutes les deux au silurien. Je partage sa manière de voir; toutefois, il est à remarquer que ces deux bandes ne sont pas toujours distinctes, surtout dans le Haut-Salat et la Haute-Garonne.

M. de Lacvivier a rattaché d'abord ce calcaire au silurien supérieur, puis à l'archéen; plus tard, mais avec doute, au silurien inférieur.

Dans sa note sur le cambrien des Pyrénées, *M. Jacquot* attribue à un cambrien indéterminé tous les calcaires cristallins dont il vient d'être question : calcaires de la Maladetta, de la source de la Garonne, du mont Vallier; calcaires du Pic du Midi, d'Orrédon, de Barèges; aussi le calcaire métallifère de la Haute-Ariège.

Dans un travail récent, *M. Viguiér* rattache, avec doute, à l'archéen, les calcaires métallifères de l'Ariège, qu'il place à tort sur le parallèle du marbre de Saint-Béat.

De mon côté, dans une note sur les terrains cristallins et paléozoïques du Haut-Salat, j'avais regardé aussi le calcaire des mines de Sentein et celui du Port de Salau comme appartenant à la partie supérieure de l'archéen, opinion qui, d'ailleurs, rentre sensiblement dans les vues de *M. Jacquot* et de *Magnan*; mais des recherches ultérieures dans la vallée d'Aran m'ont amené à rajeunir cet intéressant horizon.

Détermination de l'âge du calcaire métallifère.

Au cours des développements qui précèdent j'ai déjà eu l'occasion d'indiquer ma manière de voir relativement à l'âge du calcaire métallifère. Je vais revenir maintenant sur cette importante question :

La détermination de l'âge reposera sur :

- 1^o *Les transformations latérales de cet horizon calcaire ;*
- 2^o *L'identité de relations stratigraphiques de ce calcaire et de la zone schisto-calcaire ;*
- 3^o *Sur les relations de ce calcaire avec des couches fossilifères ;*
- 4^o *Enfin sur la présence de quelques débris organiques.*

Reprenons en détail chacun de ces points :

1^o *Transformations latérales.* — Quand on suit une même bande calcaire, il n'est pas rare de la voir se transformer à une certaine distance; les schistes, d'abord tout à fait subordonnés, augmentent d'importance; le calcaire, au contraire, va en diminuant et passe graduellement à des calschistes en dalles; en même temps la cristallinité s'atténue et les teintes des roches s'assombrissent. *Il y a donc passage graduel du faciès calcaire au faciès schisto-calcaire*; cette transformation est des plus marquées entre la vallée de l'Ariège et celle de la Pique, et surtout entre Couflens et le haut du pays de Sentein (p. 461); j'ai déjà dit que la même bande est formée, à Couflens, par des alternances calcaro-schisteuses appartenant au silurien moyen, au Vallier par des calschistes et des calcaires cristallins, à Chichoix par des

calcaires métallifères. Parfois même l'élément calcaire disparaît presque complètement et l'on n'a plus que des schistes; ce faciès schisteux est très accusé dans la gorge de Pierrefitte.

2° *Identité de relations du calcaire métallifère et du système calcaro-schisteux.* — Le système calcaro-schisteux est toujours situé entre deux zones de schistes carburés, la plus élevée correspondant à l'horizon de la *Cardiola interrupta*, la zone inférieure à celui des schistes à graptolites d'Arenig. Nos coupes ont mis ce point en évidence. Le calcaire métallifère se présente habituellement dans les mêmes conditions; la zone inférieure se montre presque partout : à Vaychis (fig. 12), au sud d'Albiès (fig. 17), au port de Salau (fig. 40), aux mines de Sentein (fig. 69), à Cazaril (fig. 104), au port de Béret (n° 6, fig. 84), au port de la Bonaigue (n° 5, fig. 84), aux environs de Viella (fig. 82), à la Peña Blanca (fig. 101), à Arrès (fig. 80), etc.

La zone supérieure fait parfois défaut, soit qu'elle ait été enlevée à la longue par la dénudation, ce à quoi elle était plus particulièrement exposée vu sa situation habituelle sur les hauteurs, soit, d'autre part, que le calcaire fut déjà émergé lors du dépôt du silurien supérieur; néanmoins, elle existe à Unac (fig. 42), à Vèbre (fig. 45), à Verdun (fig. 47), au sud du lac d'Eychelle dans le massif du Vallier (fig. 62), à Cazaril (fig. 104), dans le val d'Esquerry (fig. 105).

Le calcaire métallifère et le système calcaro-schisteux ont donc une position stratigraphique équivalente et se remplacent mutuellement.

3° *Relations du calcaire avec des couches fossilifères.* — En plusieurs points, le calcaire cristallin est recouvert par les schistes fossilifères du silurien supérieur; à Cazaril, par exemple, le calcaire rubané forme un pli synclinal dans lequel est logé le silurien supérieur représenté par des schistes carburés et du calcaire à orthocères; de plus, l'aile sud de ce pli, visible à la montée de Cazaril, est constituée par un calcaire siliceux à *Echinosphærites balticus*.

Au sud d'Esquerry, le calcaire est en rapport avec les schistes carburés à orthocères; mêmes relations dans la vallée de Louron.

Le calcaire cristallin qui se montre sur le chemin de Cauterets, à l'endroit dit le Limaçon, calcaire qui sert de matrice à d'importants gisements de galène et de blende (mines de Pierrefite), est recouvert, du côté nord, par les schistes ampéliteux d'Uz, à graptolites, que leurs relations avec le dévonien fossilifère d'Argelez indiquent comme relevant du silurien supérieur. Or, ce calcaire n'est autre que celui des mines de Sentein et du lac Liat; d'un autre côté, il se rattache de la façon la plus nette à celui des environs de Barèges et du Pic du Midi, comme il a été dit précédemment. On est donc en droit d'appliquer à tous ces calcaires cristallins les mêmes conclusions.

4° *Présence de fossiles.* — Les fossiles sont d'une extrême rareté

dans le calcaire cristallin, vu le métamorphisme auquel il a été soumis. Au fond de la vallée d'Orle, dans un calcaire cristallin grisâtre qui descend du Mail de Bulard et se rattache à celui des mines de Sentein, j'ai trouvé des empreintes d'encrines.

Charpentier a signalé pareillement quelques entroques dans la vallée d'Aran.

Des encrines ont été trouvées aussi, avec d'autres fossiles, au sommet du Pic du Midi, d'après une communication directe de M. Vaus-senat, directeur de l'Observatoire.

Ces débris organiques ne donnent, il est vrai, aucune indication précise sur le niveau qu'occupe le calcaire cristallin; toutefois, je dois faire remarquer que les encrines sont à peu près les seuls fossiles qui se montrent dans les calschistes du silurien moyen des Pyrénées.

Ce sont des encrines qu'on trouve aussi dans le calcaire de Montauban et celui placé au bas de Cazaril; mais ici M. Barrois a reconnu, en outre, un fossile éminemment caractéristique, l'*Echinosphærites balticus*. Ce calcaire, très réduit d'ailleurs, et qui est représenté plus haut par le calcaire rubané de Cazaril, se rattache donc à la partie supérieure du silurien moyen.

Tous les calcaires cristallins dont il a été question sont-ils du même niveau? Je ne le pense pas. Le calcaire de la source de la Garonne me paraît devoir être placé bien plus bas, à la base du silurien moyen. La plupart des autres calcaires sont probablement dans le même cas.

J'ajouterai qu'en quelques points, et en particulier en aval de la source de la Garonne, de nombreuses alternances de plaquettes calcaires et de schistes argileux établissent le passage entre les grandes masses de calcaire cristallin et les schistes carburés inférieurs.

Il résulte de mes observations, que *la très grande majorité des calcaires métallifères est inférieure à l'horizon ardoisier de Llandeilo et d'Angers, et occupe à peu près la place du grès armoricain. Ces calcaires sont donc un peu supérieurs au cambrien.*

ZONE SUPÉRIEURE

— S²c —

Entre le système calcaro-schisteux des dalles de l'Izar et l'horizon des schistes à *Monograptus priodon*, se développe habituellement un système de schistes argileux mêlés à quelques dalles de calcaires et à des eurilites. Il atteint une grande puissance dans la partie montagneuse du Castillonnais où je l'ai désigné, dans mes coupes, sous le nom de *schistes inférieurs de Sentein* (fig. 71); nous l'avons vu au sud de cette localité (fig. 72), où il est directement su-

perposé aux dalles de l'Izar, aussi en aval de Bonac (fig. 73) et entre Lascoux et Balacet (fig. 74), où il renferme à sa partie supérieure des intercalations très nettes d'eurilites, parfois fossilifères.

La comparaison de ces diverses coupes (p. 342) m'a servi à établir la succession de ces assises placées sur les confins du silurien supérieur; nous avons trouvé, en procédant du bas vers le haut, les niveaux suivants :

- 1° Schistes à crinoïdes et à cystidées (*Echinosphærites*, *Scyphocrinites*).
- 2° Grauwackes et schistes à *Monograptus colonus*.
- 3° Alternances de schistes argileux et d'eurilites.
- 4° Zone de Semiac à *Trinucleus* et *Orthis*.

Cet ensemble, « schistes inférieurs de Sentein, » est recouvert par les « schistes supérieurs de Sentein » à *Diplograptus palmeus* et à *Monograptus priodon* relevant du silurien supérieur.

La zone dont je viens de donner la composition est éminemment fossilifère; elle est particulièrement riche en *graptolites*, *crinoïdes* et *brachiopodes*.

Monograptus colonus. — *M. spiralis*.

Echinosphærites balticus. — *Scyphocrinites elegans*. — Encrines diverses.

Orthis Budleighensis. — *Orthis calligramma*. — *Orthis*, sp. — *Terebratula*.

Orthoceras.

Trinucleus. — Trilobites à yeux réticulés.

Fucoides indéterminables.

Quel horizon stratigraphique représentent ces assises fossilifères? J'ai eu déjà l'occasion d'indiquer au début de ce travail (dans la Succession générale) les motifs qui m'ont porté à regarder les schistes inférieurs de Sentein comme représentant la partie la plus élevée du silurien moyen. Il me paraît néanmoins utile d'insister sur ce point capital. Les considérations qui m'ont servi de base sont de différents ordres; prises isolément, elles seraient insuffisantes; réunies en faisceau, elles se fortifient mutuellement.

Remarquons d'abord que les couches venant immédiatement au-dessus renferment, ainsi que nous le verrons plus en détail dans le chapitre suivant, des fossiles tels que le *Diplograptus palmeus*, occupant les parties les plus basses du silurien supérieur. Il est probable, d'après cela, que les zones sous-jacentes appartiennent dès lors au silurien moyen. Ce n'est toutefois là qu'une preuve en quelque sorte négative.

Mais dans les schistes inférieurs de Sentein on trouve quelques espèces caractéristiques du *Caradoc* anglais : notamment l'*Echinosphærites balticus* si fréquent dans le calcaire de Bala (*), l'*Orthis*

(*) Déjà dans les *Annales de la Société géologique du Nord*, tome X, page 168, M. Barrois attribue au silurien moyen les schistes alumineux et calcaires de Bachos et de Signac, à *Echinosphærites balticus* et *Scyphocrinites elegans*.

Budleighensis caractérisant le *grès de May* ; en outre, dans la zone à *Monograptus colonus* et à *Orthis* se trouvent intercalées des *grauwackes* ayant la plus grande similitude avec le bloc erratique à *Trinucleus* (T. Goldfussi?) et à *Orthis* trouvé par M. Gourdon sur le revers septentrional du pic du Gar ; d'ailleurs, la zone à *Orthis* m'a donné quelques traces de *Trinucleus*, ce qui la rapproche des *schistes à trinucleus de Riadan*.

D'autre part, j'ai cru reconnaître dans les graptolites de ce niveau des formes ayant une grande similitude avec celles des *schistes de Birkhill* (Ecosse), placés, comme on le sait, au toit du silurien moyen sur l'horizon du Llandovery inférieur.

Je ferai remarquer, en outre, la ressemblance lithologique des eurilites à *Orthis* avec certains grès appartenant à l'horizon du grès de May, par exemple, avec les *grès à Orthis de la Bouexière*, ressemblance qui se poursuit jusque dans les détails : de part et d'autre, en effet, les fossiles offrent cette particularité qu'ils sont recouverts par des enduits de chlorite. Les eurilites elles-mêmes, par leur présence à la partie supérieure de ces assises, semblent correspondre aux épanchements de roches éruptives qui, presque partout, en Europe, marquent la fin du silurien moyen.

Toutefois ces niveaux fossilifères, dans lesquels on retrouve à la fois les équivalents vagues, il est vrai, des schistes de Riadan, du grès de May, du calcaire de Bala, des schistes de Birkill, ne se distinguent guère ici les uns des autres ; aussi, les réunissons-nous sous le nom collectif de « groupe de Caradoc ».

Caractères pétrographiques du silurien moyen.

Après avoir décrit les divers faciès du silurien moyen, résumons ses caractères pétrographiques. Voici, en quelques lignes, les diverses roches qu'on y trouve :

1° **Schistes argileux.** — Devenant souvent ardoisiers.

Noirs ou noirâtres (Biros, Basse-Pique, Arguts) ; dominant à la base.

Gris-cendré (Haute-Ariège : Lercoul).

Verdâtres ou vert-clair (Montgarri, Trédos, Viella, Vallier, Barèges, Mérens.....)

Ils présentent parfois un éclat satiné assez vif qui les rapproche des roches dévoniennes, avec lesquelles Leymerie les a confondus (*Dalles lustrées* de Cier-de-Luchon, de la Cigalère, de l'Izar, etc.).

2° **Grès.** — Sont rares ; habituellement on n'y trouve guère que la *grauwacke* ; encore cette roche, qui ressemble assez à la *grauwacke* dévo-

nienne de l'Eifel et de l'Ardenne, n'est-elle autre chose qu'un calcaire argilo-siliceux, dont la partie calcaire a été enlevée par les actions atmosphériques. Pourtant la vraie grauwacke se montre quelquefois à la base du silurien moyen.

3° Calcaires. — Très fréquents dans cet étage; se présentent à divers états :

a. — *Calschistes*; habituellement argileux et mêlés de schistes.

b. — *Calschistes glanduleux*; confondus quand ils sont verts avec les calschistes dévoniens (Vallier).

c. — *Calcaires argileux*; grisâtres, bleuâtres, jaunâtres.

d. — *Calcaires siliceux*; se montrent notamment à Cazaril et à Montauban, où ils renferment l'Echinosphærites; sur ces points, ils passent, par la disparition de la chaux carbonatée, à des sortes d'éponges quartzseuses.

e. — *Calcaires dolomitiques*; très grenus et tendant à s'effriter.

Ces calcaires dolomitiques, qui deviennent souvent de véritables dolomies, sont dûs, d'après Durocher, à des bavures d'origine interne correspondant à des remplissages de fentes. Ils sont assez développés au pied de la Maladetta, au port de Salau, aux mines de Sentein.

f. — *Calcaire cristallin*; tantôt saccharoïde, tantôt lamellaire, tantôt grenu; il est parfois d'une blancheur rappelant les plus beaux marbres statuaire (Artias, Rocablanca, Peña Blanca). Mais, le plus souvent, il manque d'homogénéité et sa masse est ondée de veines grisâtres. Presque toujours il se présente en plaquettes ou dalles assez minces (dalles calcaires de M. Jacquot). Au sommet du Pic du Midi de Bigorre (fig. 113), il est accompagné de pegmatites et de leptynolites maclifères.

g. — *Calcaire métallifère*; habituellement roussâtre ou jaunâtre; il est ferrifère ou manganésifère et passe au spath brunissant; les parties exposées à l'air ont une teinte plus foncée.

g'. — *Calcaire zoné*; se fait remarquer par des rubans de diverses couleurs, ordinairement gris, noirâtres, blancs, souvent d'une minceur extrême et présentant des contournements parfois très complexes (mines de Sentein, Cazaril, plateau du Liat).

h. — *Calcaires cristallifères*; sont très répandus dans la haute chaîne, surtout au voisinage du granite; dans la région de Barèges on y a signalé une foule de minéraux: idocrase, grenats, axinite, trémolite, pyrites, amiante, etc. Aux mines de Sentein, ils renferment une multitude de petits cristaux de quartz; le plus souvent pourtant, le quartz est en veinules et en filonnets, ou bien il se concentre dans les cavités, sous forme de belles druses hyalines (la Fourcanade, montagnes d'Ustou, vallée d'Aran).

i. — *Ophicalces*; à Barèges, au Vallier ou plutôt au lac d'Eychelle situé au nord de ce pic, les calcaires sont entremêlés d'une matière blanche ou vert clair, d'aspect talqueux, semblant se rapporter à un mica hydraté (séricite?); dans la région de Barèges on a appelé ces roches des ophicalces.

4° Barégiennes. — Roches zonaires formées alternativement de rubans calcaires et de rubans siliceux; elles affectent les contournements les plus

capricieux et renferment fréquemment du grenat et de l'idocrase; elles sont très développées aux environs de Barèges, ce qui leur a valu leur nom; elles existent d'ailleurs en bien d'autres endroits, et notamment dans le massif du Vallier et aux abords du lac de Bethmale.



Fig. 113. — a. Leptynolites maclifères. — b, d. Calcaires cristallins. — e, e. Pegmatites.

5° Eurilites. — Dans le silurien moyen, et surtout à la partie supérieure de cet étage, se montrent des roches que M. Leymerie, en raison de leur ressemblance avec les eurites, a appelées *eurilites*. Leur nature est variée, comme nous l'avons dit à propos du nord de Sentein (p. 335). Dans certains cas, se sont des roches éruptives, dans d'autres des tufs semblant correspondre à des épanchements sous-marins de roches internes, qui seraient venues mêler, dans les bas-fonds océaniques, leurs produits aux sédiments normaux.

Formés essentiellement de feldspath, souvent kaolinisé, ces tufs qui correspondent assez aux « *feldspathic ashes* » des anglais constituent, aux environs de Sentein, des couches parfaitement réglées, alternant de la façon la plus régulière avec des schistes argileux, fossilifères et renferment eux-mêmes, près de Semiac, quantité de fossiles qui paraissent se rattacher à l'horizon du grès de May. Nous avons dit qu'il y a là comme un écho des épanchements si fréquents vers la fin du silurien moyen. D'autres eurilites existent, il est vrai, plus bas, mais toujours dans l'étage moyen; alors non plus en couches, mais sous la forme de masses qui paraissent avoir une origine éruptive. Comme on n'en trouve plus dans le dévonien ni dans le silurien supérieur, il est à présumer que ces roches singulières sont venues au jour surtout à la fin du silurien moyen,

Roches éruptives.

A part les roches éruptives qui ont fourni matière aux eurilites, on ne trouve guère que de grands amas de granite à mica noir; mais c'est du granite ancien, depuis longtemps solidifié, venu par failles. Il faut faire exception pour les granites leptynoïdes des environs de Luchon qui, ainsi que nous le verrons, présentent des variétés microcristallines et même euritiques.

SILURIEN SUPÉRIEUR

Presque partout dans les Pyrénées, on trouve au-dessus du système schisto-ardoisier et parfois au-dessus du système du calcaire métallifère, une zone noirâtre essentiellement formée de schistes carbonés mêlés à quelques grauwackes schisteuses. C'est un niveau fossilifère remarquable qui, depuis les découvertes de Leymerie et les déterminations de De Verneuil, a été attribué au silurien supérieur : c'est l'horizon bien connu de Marignac, de Pales de Burat, de Ladivert, du Pic du Gar et de Bachos.

Des fossiles y ont été signalés dès longtemps, comme j'ai eu l'occasion de le dire dans mon *Analyse critique* ; je rappellerai à ce sujet les noms de Boubée, Leymerie, Fourcade, Gourdon, De Tromelin, pour la Haute-Garonne ; de mon côté, j'ai découvert des graptolites à Bachos et au Pic du Gar, en dessus et en dessous du calcaire à orthocères. La Haute-Ariège n'a donné que le gîte de Saint-Genès décrit par M. Garrigou. D'autre part, dans le Haut-Salat, où aucun fossile n'avait été signalé, j'ai eu la bonne fortune de découvrir, après des recherches multipliées, un certain nombre d'horizons fossilifères exceptionnellement riches en graptolites.

Répartition du silurien supérieur

Cet horizon est d'une constance remarquable ; généralement, il est facile à suivre, vu sa disposition parallèle par rapport au dévonien ; parfois, pourtant, dans la Basse-Pique par exemple, son trajet est très irrégulier. Presque toujours il correspond à des régions déprimées et à des cols réunissant des vallées transversales.

Haute-Ariège. — Le silurien supérieur entre dans la vallée de l'Ariège par le signal de Chioula (fig. 42) sous la forme d'une traînée noire qui descend à Unac et suit le thalweg de la vallée ; on la retrouve nettement au pont d'Urs (44), au Barri des Cabannes (47) ; elle passe sur la rive gauche à Sinsat (48) ; à Bouan, elle quitte la vallée de l'Ariège, se montre au sud de Lornat et de Miglos. On en retrouve des traces aux environs d'Auzat, d'où elle gagne le Saint-Gironnais.

Dans son trajet à travers la Haute-Ariège, le silurien supérieur est azoïque ; j'ai trouvé seulement quelques empreintes bien vagues de graptolites au col de Chioula, et quelques traces de fossiles indéterminables dans les schistes ardoisiers des environs de Luzenac. Mais sa nature lithologique, ses relations stratigraphiques ne prêtent pas à confusion. Dans tout son parcours, le silurien supérieur est constamment en rapport, vers

le sud, avec le calcaire métallifère ; du côté nord, ses relations varient un peu : entre le signal de Chioula et les environs des Cabannes, il est habituellement en contact avec le dévonien ; entre les Cabannes et Auzat, avec le jurassique ; parfois, par exemple au voisinage des mines de Ler-coul et de Rancié, il semble ne pas exister, de sorte que le jurassique repose directement sur le calcaire métallifère.

Haut-Salat. — La bande de schistes carburés se montre au sud d'Aulus et de Saint-Lizier-d'Ustou (37-39), gagne le col de Rouze, traverse la vallée du Salat au niveau de Souleille (40), un peu au nord de Couffens, suit le col de Pauze (42), d'où elle passe dans la vallée d'Estours ; alors elle est vivement déjetée dans la direction du N.-O., elle passe au-dessus du lac d'Eychelle (62), coupe la vallée de Létruque (56, 60), prend en diagonale la vallée du Riberot près de son débouché ; aux environs d'Auseps (58) ; elle renferme des graptolites. Elle arrive ainsi sur les bords du Lez ; ici elle prend un très beau développement et se montre essentiellement riche en fossiles surtout en graptolites ; c'est, à mon avis, dans cette région que le silurien présente le plus de netteté ; le silurien supérieur fossilifère s'étend par Bonac, Irazein, Sentein, Antras (71 à 74), et, suivant une direction sensiblement E.-O., il passe au col de Nédé, d'où il file sur la Haute-Garonne.

Du côté sud, ce terrain est constamment en rapport avec le silurien moyen, représenté presque partout par le système schisto-calcaire ; au nord du Vallier seulement, le faciès calcaire domine. Du côté nord, d'autre part, il est toujours en contact avec le terrain dévonien bien caractérisé ; par exception, dans cette dernière région, et dans la vallée de Létruque il bute contre les calcaires du silurien moyen ; seulement il y a ici interposition d'une roche ophitique.

Dans la portion du Salat située à l'ouest du massif du Valijer, le silurien supérieur est très fossilifère ; à cet égard, la région de Sentein offre la plus grande similitude avec la région avoisinant Saint-Béat. La partie située à l'est du Vallier est, au contraire, azoïque, ce qui la rapproche de la Haute-Ariège.

Haute-Garonne. — Du col de Nédé, le silurien supérieur gagne la Haute-Garonne ; il coupe la vallée du Ger en amont de Coueou, la Garonne près de Ladvivert où il est fossilifère (85), et passe à Marignac (90) où, depuis longtemps, ont été recueillis des fossiles caractéristiques ; il traverse la Pique vers le hameau de Muna (92) en aval de Burgalais. Là, il envoie une apophyse vers le sud-est dans la direction de Pales de Burat, ce qui explique la réapparition de la faune silurienne près du lac de Burat ; la bande principale est déviée brusquement vers le sud, passe à Bachos (95, 96) où j'ai trouvé, non loin des scyphocrinites, des graptolites analogues à ceux de Sentein, mais appartenant à la partie supérieure de la faune seconde ; la même bande apparaît au-dessus de Cier-de-Luchon ; M. Gourdon y a trouvé tout dernièrement des graptolites ; c'est cette même zone qui, en dessous de Cazaryl, donne des orthocères (104). Entre Bachos et Cazaryl la bande silurienne était dirigée nord-sud et longeait la vallée de la Pique : c'est là un rejet analogue à celui de la crête frontière le long de la vallée d'Aran.

A partir de Cazaril, le silurien supérieur reprend sa direction première vers l'ouest, passe à Trébons, vers Castillon de l'Arboust, envoie un rameau vers Sacourvielle; mais bientôt il éprouve un nouveau rejet vers le sud; il remonte alors le val de Labach ou de Cazaux; arrivé au niveau du pic Céciré, cet étage subit un rebroussement à angle droit, descend le vallon de Médassolles, coupe la Neste d'Oo et remonte au val d'Esquierry, où il renferme des orthocères (105). De ce point il passe dans le Louron.

Durant son trajet à travers la Haute-Garonne, le silurien supérieur est constamment en contact, d'un côté au moins, avec le silurien moyen: depuis la limite orientale du département jusqu'à Bachos, et de Bachos jusqu'à Cazaril, ce silurien moyen a le faciès schisto-calcaire des environs de Sentein, ce qui semble prouver que depuis le Vallier jusqu'ici s'étendait un même bassin. Mais à partir de Cazaril, le faciès calcaire tend à dominer; peu accentué encore au début, vers Cazaril et Trébons, il s'accuse davantage vers la limite occidentale du département, c'est-à-dire dans les vals de Médassolles et d'Esquierry, où le silurien moyen est constitué par des plaquettes calcaires ou dolomitiques analogues à celles du versant nord de la Maladetta; on voit donc que le faciès calcaire va en augmentant à mesure qu'on s'approche de la haute chaîne ou plus exactement du granite massif qui prend dans ces parages un grand développement.

Disposition générale de cet étage. — Si on étudie sur une carte la disposition du silurien supérieur, on voit qu'il suit une ligne plusieurs fois brisée et éprouve une série de rejets des plus curieux:

1° D'abord *déplacement progressif vers le nord*:

Des environs d'Aix aux Cabannes. — Direction générale	N.-O	environ
Des Cabannes au-delà de Couflens.	—	E.-O —
De ce point à l'entrée du Riberot.	—	N.-O —
De l'entrée du Riberot à Bachos.	—	E.-O —

2° Puis *rétrogradation vers le sud*:

De Bachos à Cazaril.	—	—	N.-S	—
De Cazaril à Castillon de Larboust.	—	—	E.-O	—
De Castillon de Larboust au Céciré.	—	—	N.-S	—
Du Céciré au Louron.	—	—	E.-O	—

En somme donc, entre Aix et Bachos (vallée de la Pique), le silurien supérieur forme une série de tronçons dirigés est-ouest, mais se portant de plus en plus au nord par des rejets successifs dirigés nord-ouest. Au contraire, entre Bachos et le Louron (Hautes-Pyrénées), rebroussement des plus manifestes: les tronçons suivent aussi la ligne est-ouest; mais ils sont déjetés vers le sud par une série de rejets nord-sud, d'amplitude beaucoup plus grande.

Dans la partie orientale des Pyrénées centrales, et plus exactement entre Aix et Bachos, la direction moyenne générale de tous ces tronçons est ouest-nord-ouest, direction sensiblement parallèle à celle de la

chaîne; on voit qu'elle résulte d'une compensation entre la direction est-ouest dominante dans le silurien supérieur et les directions nord-sud des rejets; c'est là un résultat conforme à celui obtenu par M. Schrader pour la direction générale des reliefs orographiques dans les Hautes-Pyrénées et le haut Aragon (*).

Quant à la portion occidentale (c'est-à-dire entre Bachos et Louron), elle subit des rejets rectangulaires en sens inverse; chose remarquable, ces rejets sont parallèles au rejet même de la crête limitrophe de la Haute-Garonne et du val d'Aran.

La plupart de ces rejets correspondent à des failles; tel est celui compris entre les montagnes d'Ax et les Cabannes.

Bandes isolées. — Le silurien supérieur se montre en quelques autres points mais d'une manière discontinue.

C'est ainsi qu'on le trouve au pic du Gar où il renferme des Orthocères, la *Cardiola interrupta*, des graptolites, des *Orthis* et autres brachiopodes, des encrinures; à la montée du port de la Picade, où il a été observé par la Société géologique de France (réunion extraordinaire de Saint-Gaudens), et où se trouvent des orthocères, des encrinures; il est probable que la bande qui passe par le port de Picade et le col de Mounjoyo devait être en continuité, à une certaine époque, avec la bande de Médassoles et d'Esquierry; peut-être aussi du côté opposé allait-elle donner la main au silurien de l'Andorre et de la Cerdagne; mais dans cette partie montagneuse de la chaîne, il y a, vers l'est comme vers l'ouest, une faille dans laquelle le terrain silurien supérieur a dû s'abîmer.

Une bande de silurien se montre également sur le revers espagnol: elle passe notamment dans la région du Posets où l'on trouve des encrinures identiques à celles de Marignac.

Au nord du massif cristallophyllien de l'Arac, le silurien supérieur doit probablement exister; mais je n'y ai pas rencontré de fossiles; c'est sur le même horizon que se trouve le silurien qui est au nord du massif de Saint-Barthélemy.

Composition pétrographique

Elle est très peu variée, de sorte qu'il est difficile de distinguer les horizons quand les fossiles font défaut.

1° *Schistes argileux*. — Les *schistes argileux* prédominent, presque toujours fortement imprégnés d'une matière carburée de nature anthraciteuse; ils passent alors à l'état de véritables *ampélites*: *ampélites graphiques*, plus souvent encore *ampélites alumineuses*, quand elles sont riches en pyrite; ce minéral est répandu presque toujours à profusion, mais à un état de dissémination extrême; quelquefois, aux

(*) C. R. LXXXVII, p. 807.

environs de Sentein notamment, il donne des sphéroïdes de volume assez considérable. Les vitriols et les aluns naturels se montrent presque partout en efflorescences verdâtres, jaunâtres ou blanchâtres.

2° *Grès*. — Les *grès* sont relativement très rares ; la *grauwacke grenue* et la *grauwacke schisteuse* ne forment que des lits très minces.

3° *Calcaires*. — Les *calcaires* varient d'importance suivant les régions : dans la Haute-Garonne, le calcaire forme des bancs assez épais ; dans le Castillonnais, il se présente en dépôts lenticulaires, généralement discontinus. Il est gris-cendré ou noir, presque toujours fortement ampéliteux ; aux Pales de Burat, il renferme de petites masses d'anhracite à cassure conchoïdale.

C'est surtout dans le calcaire que se trouvent les fossiles : c'est le gîte par excellence de la *Cardiola interrupta*, de l'*Orthoceras Bohemicum*, etc., des encrines, des acéphalés.

Les graptolites se tiennent presque exclusivement dans les schistes argileux, qu'ils soient ampéliteux ou non.

Dans les *grauwackes* sont surtout cantonnés les brachiopodes, et plus spécialement les *Orthis* ; c'est, du moins, ce qui a lieu dans le Castillonnais, mais ces roches ne sont habituellement qu'un accident dans l'épaisse formation des schistes carburés.

Roches éruptives

Dans cette partie du silurien, je n'ai jamais trouvé de roche éruptive ; pas de granite ni de pegmatite, mais en revanche de nombreux filons de quartz presque toujours accompagnés de pyrites ; ce quartz est ordinairement carié, probablement par disparition de matières métalliques.

Il n'est pas rare, toutefois, que le quartz ne soit accompagné d'un mica argentin hydraté (*damourite*) et d'une matière blanche terreuse (*kaolin* ou *halloy-ite*). Si on admet que ce soient là des produits d'altération du mica et du feldspath, ce qui n'est pas invraisemblable, on aura tous les éléments de la pegmatite ; ces substances ont-elles disparu, le quartz présente des cavités qui parfois ont été remplies plus tard par des matières métalliques.

Pas de roches vertes ni d'eurilites dans ce système.

Relations stratigraphiques

En décrivant le parcours du silurien supérieur dans les Pyrénées centrales, j'ai montré qu'il repose toujours soit sur un calcaire cristallin, soit sur des alternances de calschistes et de schistes ardoisiers.

En divers points, notamment à Sentein, j'ai trouvé, entre les deux

systèmes, des schistes argileux mêlés à des eurilites qui, ainsi que je l'ai indiqué plus haut, semblent devoir être rattachés au toit du silurien moyen. Du côté nord, cet étage est habituellement en contact avec le terrain dévonien.

Succession

Le silurien supérieur est principalement développé aux environs de Sentein ; c'est là que nous l'avons surtout étudié. Nous ne reviendrons pas sur les diverses coupes qui nous ont servi de base pour établir la succession (pages 330-342). Il nous suffira de rappeler les termes de cette succession. Du haut vers le bas, on peut y reconnaître trois grandes zones :

3^o Zone des schistes d'Irazein, à *Retiolites Geinitzi*, *Monograptus Nilssoni*, *M. priodon*.

2^o Calcaire à *Cardiola interrupta* et *Orthoceras bohemicum*.

1^o Schistes supérieurs de Sentein à *Diplograptus palmeus* et *Monograptus priodon*.

Au pic du Gar, également, j'ai constaté l'existence de deux horizons à graptolites, l'un au-dessus, l'autre au-dessous du calcaire à orthocères, mais les fossiles sont rares et très mal conservés.

Au Val d'Esquierry, au-dessous de Cazaril, dans la région de l'hospice français de Vénasque et en une foule d'autres points, le calcaire, tout en renfermant des orthocères, est pétri de petites macles d'andalousite, les unes, blanches et noires, appartenant à la variété dite *cruciforme* : c'est la véritable chiasolite ; d'autres d'un noir intense à la variété *monochrome*.

Fossiles

Faune des schistes d'Irazein. — Dans cette zone je n'ai guère trouvé de fossiles qu'aux environs de Sentein ; je citerai notamment : *Retiolites Geinitzi*, *Monograptus Nilssoni*, *M. priodon*, des orthocères, etc.

Faune du calcaire ampéliteux. — On connaît dès longtemps les fossiles du calcaire : à cet égard Marignac, les Pales de Burat, Ladivert, le Pic du Gar, la Picade, ont fourni à divers observateurs des empreintes assez nombreuses. Il me suffira ici de les rappeler :

Cardiola interrupta, *C. gibbosa*, *Silurocardium Barrantei*, *Præcardium*, *Paracardium*, *Lunulicardium*, *Rhynchonella*, *Orthoceras bohemicum*, *O. pyrenaicum*, *O. Fontani*, *O. styloideum*, *O. severum*, *O. pseudo-calamiteum*, *Cyrtoceras*, *Ceratiocaris bohemicus* ; en outre des encrines et de rares graptolites.

A Sentein, j'ai trouvé la même faune, mais moins complète.

Faune des schistes inférieurs de Sentein. — Dans les schistes supérieurs de Sentein, j'ai découvert les fossiles suivants :

Diplograptus palmeus, *M. priodon* (*varietas major*), *M. priodon* (*varietas minor*), *M. attenuatus*, *Climacograptus scalaris*, *Rhynchonella ampelitidis*, *Cardiola*, *Hyolites*, *Trilobite* indéterminé ; *Orthocères* ; *Polypiers*.

NOTA. — J'ai indiqué, à propos de la vallée du Larboust, les motifs qui m'ont engagé à mettre dans le dévonien, mais à la base de cet étage, la riche *faune de Cathervielle* ; je crois donc inutile d'y revenir maintenant.

Comparaison avec les autres pays.

Le silurien supérieur des Pyrénées a été, depuis fort longtemps, mis à sa véritable place par de Verneuil et Leymerie : le calcaire à *Cardiola interrupta*, qui en est le niveau le plus constant, ressemble en tout point à celui qui a été trouvé dans tant de localités du nord-ouest de la France ; pas de doute qu'il ne corresponde à l'horizon du Wenlock, à l'étage E de Barrande, et plus spécialement à la zone *e*². — Les schistes à *Monograptus Nilssoni* et à *Retiolites Geinitzi* qui sont supérieurs stratigraphiquement au calcaire à *Cardioles*, font également partie du même étage E ; peut-être se rattachent-ils en partie au Ludlow. — Quant aux schistes supérieurs de Sentein à *Diplograptus*, ils paraissent correspondre à la base de la faune troisième, et plus spécialement au Llandovery supérieur.

NOTA. — La succession de ces divers terrains sédimentaires est résumée dans un tableau précédent (page 140).

ROCHES ÉRUPTIVES

En décrivant la structure des diverses vallées et aussi en reprenant à part l'étude de chaque terrain, nous avons vu que les formations strato-cristallines du terrain primitif, ainsi que les sédiments primaires et secondaires étaient percés par des roches cristallines, à texture massive, formant habituellement des amas irréguliers et transverses par rapport aux couches des différents âges. De ces amas, les uns s'étendent sur de grandes surfaces, les autres sont faiblement développés en épaisseur et affectent une disposition linéaire : les premiers constituent des massifs, les seconds des filons, les uns et les autres ayant même origine, origine interne.

Examinons en détail ces roches d'intrusion. Relativement à la composition, on peut y distinguer deux séries différant l'une de l'autre par la quantité de silice.

1^o Série *acide* : correspondant aux *roches granitiques* de toute espèce.

2^o Série *basique* : comprenant les roches amphiboliques et, en général, les *roches vertes*. Occupons-nous tout d'abord de la série acide ou série granitique.

ROCHES GRANITQUES

DIVERSES QUESTIONS RELATIVES AUX ROCHES GRANITQUES

Mon but n'est pas d'indiquer ici toutes les idées émises à propos du granite, ce qui conduisait à une bibliographie excessivement longue ; je me bornerai à rappeler ce qui a été dit sur les granites des Pyrénées et à mettre à la suite ma manière de voir sur cette matière : je dirai simplement ce que j'ai vu et à quelles conclusions je suis arrivé.

Dans les Pyrénées, comme ailleurs, la question du granite a donné lieu à maintes controverses, et les auteurs qui ont écrit sur cette chaîne sont loin d'être d'accord.

Il est à cet égard divers problèmes qui ont été différemment résolus :

1^o *Le granite est-il sédimentaire ou éruptif ?* Disons de suite qu'à cet égard il faut distinguer : un granite fondamental, servant de substratum au gneiss et s'y liant intimement ; celui-là n'a nullement le caractère éruptif. — Mais il est nombre de granites qui ont traversé nettement les couches sédimentaires et les ont métamorphosées plus

ou moins : on ne saurait donc les regarder comme des sédiments modifiés ; nous verrons qu'il en est de plusieurs âges. Toutefois, il est important de distinguer parmi ces granites transverses par rapport aux couches, ceux qui se sont réellement épanchés à l'état pâteux à travers ces couches (vrais granites éruptifs) ; ceux-là ont un rôle essentiellement *actif*, bien qu'ils n'aient pas exercé de poussée pour se produire au dehors ; d'autres granites, au contraire, ont été poussés à l'état solide à travers les terrains sédimentaires à la faveur de failles ou de mouvements de l'écorce terrestre : ce sont des granites *passifs*, qu'on pourrait appeler *granites d'intrusion*, par rapport aux autres qui sont plutôt des *granites d'épanchement*. Il est important de remarquer que tel granite d'intrusion est la réapparition de tel autre qui était une roche d'épanchement : ainsi, le granite de la Maladetta est éruptif par rapport aux schistes cristallins dont il empâte des fragments dans les montagnes de Viella et même à la base des monts Maudits ; ce même granite est d'intrusion par rapport aux calcaires du silurien moyen, et même par rapport au terrain houiller, ayant été poussé dans ces terrains bien après l'époque de sa consolidation. Nous distinguerons donc :

a. — Le granite fondamental, paraissant résulter d'une incrustation primitive et partageant l'allure du gneiss auquel il sert de substratum.

b. — Les granites transverses, *éruptifs* au moment de leur épanchement ; *passifs*, au contraire, lors de leur intrusion.

2^e *Peut-on séparer le granite du gneiss ?* La difficulté est grande pour le granite fondamental, lié au gneiss par les transitions les plus insensibles. Aussi serons-nous obligés de désigner, sous le nom collectif de granite-gneiss, le granite fondamental et le gneiss granitoïde qui lui succède. Mais les granites éruptifs sont indépendants du gneiss, même lorsqu'ils les recoupent à l'état de filons, bien que dans la zone de contact, les modifications endomorphes et exomorphes rendent parfois la séparation un peu confuse.

3^e *Les granites éruptifs sont-ils de même nature et de même âge ?* Nous montrerons à cet égard que diverses variétés de granite, auxquelles on avait attribué un âge différent, font probablement partie d'une seule et même éruption : tel est le cas des granites à mica noir qu'ils soient à grains homogènes ou qu'ils soient porphyroïdes.

Il est, d'autre part, des granites bien distincts des précédents, et comme âge et comme composition : ce sont les granites à mica blanc, auxquels se rattachent les granulites, les pegmatites et les variétés micro-cristallines que Rosenbusch a désignées sous le nom d'*aplites*.

Une dernière catégorie de roches granitiques comprendra les microgranulites (porphyres quartzifères des anciens auteurs); elle se rattache à des granites riches en oligoclase.

Nous admettrons donc pour les Pyrénées trois familles de roches granitiques, analogues à celles constatées dans plusieurs autres pays :

- a. — Famille des granites à mica noir.
- b. — Famille des granites à mica blanc.
- c. — Famille des granites à oligoclase et des microgranulites.

Les microgranulites ou anciens porphyres quartzifères se séparent, comme on sait, des vrais porphyres en ce que leur pâte est résoluble par le microscope et qu'elles n'ont pas donné de coulées.

Ces trois familles, qui se distinguent surtout les unes des autres par l'état de leur quartz, constituent des groupes naturels correspondant à des éruptions d'âge différent.

Dans chaque famille les différences qui séparent les espèces les unes des autres, bien que très tranchées parfois au point de vue pétrographique, sont habituellement d'ordre secondaire et subordonnées aux conditions même du gisement : elles peuvent tenir notamment à l'épaisseur des filons, à la situation de la roche dans le filon, à la nature des terrains traversés et aux modifications endomorphes qui en résultent. Il en résulte que, bien qu'ayant une structure et un faciès différents, elles appartiennent généralement à une même éruption, ou du moins aux diverses phases d'une même éruption, ces phases étant séparées par un intervalle de temps relativement court.

Mais d'un groupe à l'autre les différences sont profondes, et il m'a paru que les granites, les granulites, les microgranulites doivent leurs caractères distinctifs, non à des conditions de gisement, mais à la différence même du magma éruptif.

L'âge des diverses roches granitiques n'est donc pas le même. Disons d'avance que, en général, les granites à mica noir sont venus en premier lieu; les granulites leur ont succédé; les microgranulites ont terminé la série, suivies de près par les vrais porphyres. C'est là, comme on le voit, la succession qui, d'après M. Michel-Lévy, s'applique à la grande majorité des pays. Quant aux granites pyrénéens regardés comme récents, ceux que nous avons vus nous paraissent être des granites d'intrusion correspondant à des épanchements opérés à une époque bien antérieure.

Historique.

Avant d'étudier en détail chaque famille de roches granitiques, examinons la manière de voir des divers géologues qui ont écrit sur la région pyrénéenne.

Palassou. — Palassou a méconnu le rôle éruptif que présentent la plu-

part des granites ; pour lui il n'y a d'autre granite que celui qui sert de base à tous les terrains ; c'est ainsi qu'il le considère dans ses coupes.

Dietricht. — A décrit le granite porphyroïde d'Oo.

Cordier. — Est le premier qui ait étudié la constitution lithologique de la Maladetta : il a découvert que le granite qui constitue la masse des monts Maudits est recoupé par « des bancs de porphyre blanc, opaque, à base de pétrosilex, contenant des cristaux petits et rares de quartz et de feldspath. »

Charpentier. — Charpentier a donné, sur les granites de la chaîne, des renseignements du plus grand intérêt. Il a étudié leurs variétés, leurs textures, signalé les minéraux accidentels qu'ils renferment. D'un bout à l'autre des Pyrénées, les affleurements granitiques ont été suivis avec le plus grand soin. C'est à lui qu'on doit d'avoir reconnu l'empâtement dans le granite de fragments anguleux de gneiss et de schistes cristallins, mais il l'attribue à un trouble dans la cristallisation.

Il distingue diverses variétés de granite : 1^o à grains moyens ou petits (le plus commun) ; 2^o à grains gros ; 3^o granite porphyroïde ; 4^o granite globuleux. — Cette classification, uniquement basée sur le mode d'aggrégation, ne tient pas compte des relations réciproques des diverses roches ; les granites à mica blanc, notamment, y sont confondus avec ceux à mica noir. — Charpentier reconnaît que le granite est stratifié quand il passe au gneiss, observation parfaitement juste qui s'applique au granite fondamental ; à propos du granite ordinaire, il se demande si la stratification « existe réellement. »

Charpentier s'est mépris sur les véritables rapports du granite et des couches avec lesquels il est en contact : d'après lui, le granite des Pyrénées renferme beaucoup de couches étrangères, telles que des couches de gneiss, de schiste micacé, de calcaire, etc. ; plus exactement, ce sont les couches de gneiss, de schiste micacé, du calcaire qui sont traversées par des filons de granite. — Il regarde le granite comme contemporain du gneiss, quoique un peu antérieur, les deux roches résultant d'une cristallisation commune. Quant au granite qui se trouve plus haut dans les schistes micacés, il le rattache encore au terrain granitique, le schiste micacé n'étant pour lui qu'une « anomalie du granite provenant d'une surabondance de mica. » Il en résulte que le granite fondamental, le gneiss, les schistes cristallins, les schistes micacés, les schistes argileux eux-mêmes, sont pour lui des variantes du granite, ce que nous ne saurions admettre.

Aucune des particularités relatives aux roches granitiques ne lui a échappé : il signale les taches noirâtres, les nodosités à grain fin si communes dans les granites des Pyrénées, et les attribue à des accidents de cristallisation ; il a remarqué aussi les veinules qui, en s'entrecroisant dans le granite, dessinent un lacs si complexe ; il les attribue au retrait.

Passant ensuite à l'âge du granite, il dit que c'est la « *roche la plus ancienne* des Pyrénées » ; mais, vu « les nombreuses couches étrangères » qu'il renferme, vu « ses passages, si souvent répétés au gneiss et au schiste micacé », vu aussi son mélange fréquent avec le talc, l'amphibole, le graphite, et enfin sa texture généralement moins cristalline qu'ailleurs, il est

porté à croire que ce granite est « *le moins ancien du monde*, » c'est-à-dire que la formation du granite, au moins dans la période primitive, s'est terminée par celui-ci. » Il serait superflu de démontrer la fausseté de ces assertions : nous prouverons plus loin que le granite n'est pas toujours la roche la plus ancienne des Pyrénées ; d'autre part, en ce qui concerne le granite fondamental, il n'est ni le plus récent, ni le plus ancien du globe.

L'altération du granite, la forme des montagnes granitiques donnent lieu à des considérations intéressantes.

En somme, à part quelques interprétations qui nous semblent absolument erronées, nous considérons le travail de Charpentier comme la monographie la plus complète qui ait paru jusqu'à ce jour sur le terrain granitique pyrénéen. Remarquons, toutefois, qu'au point de vue théorique, il y a beaucoup à remanier.

Dufrénoy. — Il admet, avec Charpentier, que le granite des Pyrénées forme deux bandes parallèles interrompues dans la partie centrale, bandes qui, à mon avis, n'ont aucune importance au point de vue géologique. — Après quelques considérations sur les formes que présentent les montagnes granitiques, il étudie le fendillement du granite, qu'il attribue à un phénomène de retrait comparable à celui qui se produit dans les cheires d'Auvergne. Les blocs anguleux qui recouvrent souvent le sommet des montagnes granitiques sont dûs, d'après lui, non pas à l'action des gelées, mais à l'état fragmentaire dans lequel se trouvait le granite quand il est venu à la surface du sol. Il signale aussi les blocs arrondis que présente le granite, et les attribue, à juste titre, à des actions atmosphériques.

En ce qui concerne la nature minéralogique du granite et ses variétés, il s'en tient à ce qu'en a dit Charpentier ; mais il ajoute que « ces divers granites ne lui paraissent pas tous contemporains ; il a observé, en effet, des *filons de granite dans le granite*, filons souvent obliques, formés de granite à grand cristaux ; dans la région du Canigou le granite à gros grains lui a paru plus moderne que celui à grains moyens ; d'autre part, dans le granite à grains moyens, il signale des fragments anguleux de granite à grains fins. Il résulterait donc que les granites se succèdent dans l'ordre suivant :

- 1° Granite à grains fins ;
- 2° Granite à grains moyens ;
- 3° Granite à gros grains.

Or, le granite à grains fins englobé dans le granite à grains moyens, n'est autre, habituellement, que de la leptynite ou un schiste cristallin, ce qui prouve que le granite à grains moyens est postérieur au terrain primitif ; quant au granite à grands cristaux, la tourmaline qu'il y signale semble devoir le faire attribuer à la pegmatite. Il en résulte qu'en interprétant les observations de Dufrénoy sur l'âge des divers granites, on en tire cette conclusion : le granite à grains moyens est postérieur au terrain primitif ; le granite à grands cristaux (la pegmatite) est venu après, ce qui est conforme à notre manière de voir.

A l'exemple de Charpentier, il regarde les schistes cristallins comme des anomalies, des monstruosité du granite : le granite passe au gneiss,

celui-ci au schiste micacé, etc. Ces modifications, qui sont seulement applicables aux gneiss les plus anciens, il tend à les attribuer au contact des roches sédimentaires.

Dufrénoy, revenant sur la question des fragments inclus dans le granite, en tire argument en faveur de la postériorité du granite par rapport au gneiss.

Il signale des granites qui seraient très récents; notamment celui de Saint-Martin (Pyrénées orientales), qui enverrait des filons dans le crétacé fossilifère : l'un de ces filons, puissant de 37^m, est composé de feldspath rose à grandes lames, à mica vert-foncé et de quartz gris; le granite est accompagné de fer spathique et d'oligiste. L'âge récent de ce granite a lieu de nous surprendre; n'ayant pas eu l'occasion de voir cette roche, nous ne pouvons porter sur elle aucun jugement: nous ferons toutefois observer qu'elle s'écarte notablement, par sa composition, des granites pyrénéens, de sorte que l'on peut se demander si c'est réellement un granite.

Pour Dufrénoy, le gneiss ne constituerait pas, dans les Pyrénées, une formation indépendante; il serait toujours lié au granite.

Si dans le travail de l'éminent géologue, le côté minéralogique n'est pas plus développé que dans celui de Charpentier, en revanche le côté géologique présente plus d'intérêt: il a cherché, en effet, à établir quelles sont les relations réciproques des divers granites, et quels sont leurs rapports avec les roches sédimentaires.

Coquand. — Coquand fait dériver le gneiss et la pegmatite du granite par défaut de mica, fait qui est loin d'être général. Il admet, outre le granite fondamental, des granites post-jurassiques et post-crétacés, ceux-ci plus magnésiens que les autres et avoisinant les sources magnésiennes. Remarquons que la plupart d'entre eux sont des apparitions par failles de granites anciens; les ophites qui les accompagnent habituellement suffisent à expliquer la présence des sources magnésiennes et le développement de la magnésie dans le granite. Coquand attribue aux granites, et en partie aux syénites, le métamorphisme que présente souvent à un si haut degré le calcaire jurassique.

François. — A attribué à l'action métamorphique du granite une grande influence. Il a signalé la présence habituelle des granites à amphibole sur la lisière des massifs granitiques, et des pegmatites sur les zones de contact entre les terrains granitiques et les terrains sédimentaires.

Durocher. — Durocher distingue diverses sortes de granite relativement à la grosseur des éléments :

- 1^o Granites à gros grains ou à grains moyens, parfois porphyroïdes;
- 2^o Granites à grains fins;
- 3^o Granites à grands éléments.

Mais il reconnaît qu'il y a entre eux de fréquents passages. D'après lui, ces différences de grain ne correspondent pas à des différences d'âge, et à cet égard il émet des idées que j'adopte pleinement. Ayant remarqué que les filons de divers grains se croisent les uns les autres indistinctement, il en conclut que « le phénomène de pénétration d'une masse granitique

» par des filons d'une espèce de granite où la grosseur des grains est différente, ne lui paraît pas être une preuve suffisante pour permettre d'en conclure qu'il y a une différence d'âge bien tranchée entre ces deux granites. En effet, pendant le refroidissement de ces masses ignées, il s'est produit nécessairement des fractures par suite d'une contraction, et à travers ces fentes il a dû se faire de nouveaux épanchements de granite, lequel peut différer de la masse déjà en partie solidifiée, soit par la texture et la grosseur des grains, soit par l'abondance et la répartition des divers éléments. » On sait, d'ailleurs, que dans les roches basiques, les fentes sont remplies « par une roche de même nature que la masse encaissante, mais présentant une texture différente. »

Durocher a pu distinguer dans les granites des différences quant à l'aspect, la grosseur des éléments, la composition; mais il n'a pas réussi à fixer leur âge.

Il a remarqué pourtant que le granite à grandes parties (pegmatite) forme ordinairement des filons dans le granite à grains moyens; mais il croit qu'il s'est fait jour pendant le refroidissement de la masse.

En outre des granites précédents; il distingue d'autres variétés tenant à la présence de minéraux accidentels: syénite (granite amphibolifère plutôt), granite schisteux ou talqueux, granite épidotifère.

Il signale des galets de granite dans le poudingue (dévonien ?) de Belver (vallée de la Sègre), ce qui montre l'ancienneté du granite; mais, d'autre part, il admet, avec Dufrénoy, qu'il est des granites ayant fait leur apparition pendant la période secondaire, ceux-ci se distinguant des granites anciens par une contexture plus grossière, une cohérence moindre. Durocher cité comme exemple de pénétration du granite dans le lias, les environs de Vicdessos, ou plus exactement la région qui s'étend à l'est du port de Saleix. La coupe qu'il nous donne ne me paraît nullement probante; j'ajouterai que les caractères différentiels des granites anciens et des granites récents sont de bien faible valeur.

Durocher décrit ensuite le porphyre quartzifère des environs des Eaux-Chaudes, et signale la même roche en filons dans les schistes argileux de transition de la vallée de Caunterets.

Leymerie. — Dans la Haute-Garonne, Leymerie distingue divers ordres de granite :

1° *Granite normal* (Maladetta); granite massif, à mica noir, à éléments petits, n'ayant ni pénétré ni modifié les couches en contact. Pour lui, le granite de la Maladetta « est venu au jour des profondeurs de la croûte terrestre, à l'état solide, avec les couches siluriennes qui lui sont simplement accolées. » C'est donc un granite *passif*.

2° *Granite mixte* (Oo) présentant deux faciès : Granite porphyroïde, à éléments moyens;

Granite grumelé; à éléments plus gros, plus arrondis, plus rapprochés.

3° *Granite protéique* (Luchon), à caractères essentiellement variables :

« C'est, dit-il, une roche granitoïde très riche en feldspath que l'on voit à chaque instant changer de caractères et passer de l'état de granite ordinaire à la pegmatite et à la leptynite. »

Le premier granite est venu au jour déjà consolidé, car il n'a ni injecté ni modifié, à la Maladetta, les calcaires qui sont au contact.

Le deuxième empâte dans la région de Crabioules, et surtout au pic Quairat, des fragments anguleux, parfois très considérables, de gneiss et de schistes cristallins. Cette particularité intéressante, déjà signalée par Charpentier, prouve la postériorité de ce granite par rapport aux roches primitives. D'autre part, les fragments inclus n'ayant pas été altérés même sur les angles, l'auteur en conclut que le granite était dans un état de mollesse prononcée, mais à une température assez modérée.

Ces observations sont parfaitement exactes, et en ce qui concerne les deux premières espèces de granite, les idées de Leymerie sont en tout point les nôtres. Quant au granite protéique, c'est simplement pour nous du gneiss primordial injecté par de nombreux filons et veinules de granite et de pegmatite. D'autre part, ce magma granito-gneissique, dans lequel domine la pegmatite, est arrivé des profondeurs à l'état solide, supportant les sédiments cambriens et paléozoïques sous lesquels il était enfoncé. Il faut voir là un simple phénomène mécanique, un bombement lié aux contractions de l'écorce terrestre. Leymerie, au contraire, prête à ce granite un rôle singulièrement *actif* : à Luchon, il soulève le terrain cambrien ; à Saint-Béat et à Milbas, il montre le granite protéique, *surgissant* en plein terrain secondaire, *perçant* les dépôts jurassiques et crétacés inférieurs et *soulevant*, au pic du Gar notamment, ces dépôts à de grandes hauteurs. Que la surélévation de cette montagne ait eu lieu après le grès vert, nous l'admettons avec Leymerie ; mais, pas plus à Saint-Béat qu'à Luchon, le granite protéique qui ici se compose de gneiss, de cipolins et de filons granitiques, n'a produit les perturbations dont on l'accuse. Il n'a pas soulevé, mais il a été soulevé, et cela non par l'effet d'une poussée interne, mais simplement par un mouvement de bascule produisant une dénivellation dans un des voussiors de l'écorce du globe. Cette manière de voir est en parfait accord d'ailleurs avec ce fait observé déjà par Leymerie, que le granite protéique est toujours en relation avec le cambrien, au lieu que les deux autres ont une allure plus indépendante.

Leymerie rapproche le granite porphyroïde du granite normal, dont il ne se distingue que par la présence de grands cristaux d'orthose, et il fait remarquer en même temps que le granite porphyroïde est fréquemment accompagné de pegmatites et de leptynites, tandis que ces roches sont rares ou font défaut dans les masses granitiques de la Maladetta.

Il émet l'idée fort juste que le porphyre quartzifère du Néthou et l'eurite qui traverse en filons la montagne de la Maladetta ne sont que deux variétés d'une seule et même roche ; nous verrons que c'est une microgranulite, comme d'ailleurs semble l'indiquer la description qu'il en donne : « Pâte granitique, dit-il, à très petits grains, presque compacte... »

Parmi de nombreux détails relatifs au granite, ce même géologue signale, au lac glacé d'Oo, un granite à petits grains passant à la leptynite (granulite ?) empâtant du gneiss très schisteux et des schistes maclifères en partie ondulés ou plissés. Il en résulte que la leptynite est postérieure au dépôt des schistes maclifères et que, d'autre part, des mouvements du

sol ont dû se faire sentir entre le dépôt de ces schistes et la venue de la roche éruptive.

Zirkel. — Zirkel a étudié avec soin le granite des Pyrénées. Il admet, avec Durocher, que le gneiss est peu développé dans cette chaîne et ne constitue pas une formation indépendante, ce qui est inexact, au moins pour la haute Ariège.

Il distingue quatre espèces de granite :

1° Granite ordinaire à grains fins ou moyens, uniforme, formé d'orthose blanc dominant, de peu d'oligoclase, de mica noir et de quartz ;

2° Granite porphyroïde (d'Oo) à grains moyens comme le précédent, mais à grands cristaux d'orthose ;

3° Pegmatite ou granite de Luchon : orthose bleuâtre, beaucoup d'oligoclase, mica blanc ;

4° Granite syénitique à hornblende ; c'est pour lui le granite ordinaire des Pyrénées ; il le signale notamment à Lacourt.

Il ajoute des détails minéralogiques sur les granites et même quelques analyses chimiques (granites de Lacourt et de Burbe).

Il admet, avec Dufrénoy, Coquand, Durocher, que le granite aurait fait successivement éruption à diverses époques, avant et après le silurien, après le trias, après le jurassique et même le crétacé ; nous sommes loin de partager à cet égard la manière de voir du géologue allemand.

Zirkel figure dans son ouvrage des apophyses du granite dans le gneiss ; il montre aussi des fragments de gneiss et de schistes cristallins *contournés*, empâtés dans le granite. Dans un autre dessin, il présente le granite de Panticosa englobant du calcaire et le calcaire, à son tour, englobant du granite.

Le granite d'Ercé a attiré aussi son attention : il a étudié son contact avec le jurassique. Je ne saurais admettre avec lui qu'il soit postérieur au lias ; c'est un granite ancien venu par faille au contact de ce terrain, granite qui, d'ailleurs, est le même que celui qui constitue la masse du pic des Trois-Seigneurs.

Garrigou. — M. Garrigou est revenu, dans plusieurs notes, sur la question du granite, et il a émis à cet égard des vues que nous sommes loin de partager :

Pour lui, le granite proviendrait de sédiments modifiés par l'action de sources thermales minéralisées ; c'est donc une roche sédimentaire. Les raisons qu'il invoque pour arriver à une telle conclusion sont les suivantes :

1° La calcination qui aurait dû se produire dans les calcaires ambiants si le granite avait été d'origine interne ;

2° Les bouleversements qu'il eût causés ;

3° Les passages entre les schistes et les granites ;

4° La structure stratifiée de certains granites ;

5° La concordance qui existe entre les granites et les schistes ;

6° Les alternances du granite avec le schiste et le calcaire.

Tels sont les arguments qu'il met en avant pour combattre l'origine interne des granites.

Nous admettons avec lui que le granite fondamental est stratifié, qu'il alterne avec les gneiss, mais nous donnons à tous les autres une origine interne. La non calcination chez les calcaires se comprend si ces granites ne sont pas des roches purement ignées, mais des roches hydro-thermales. On ne voit d'ailleurs nullement la nécessité de ces grands bouleversements qui auraient dû se produire, d'après M. Garrigou, si on admet que le granite est venu à l'état passif; les passages qu'il invoque entre les schistes et les granites ne sont pas réels, ils s'expliquent le plus souvent par des actions endomorphes et exomorphes.

Quant à la structure stratifiée des granites, elle existe sans aucun doute pour le granite gneissique se rattachant au granite fondamental; mais



Fig. 114.

les granites indépendants du gneiss granitoïde sont toujours massifs; exceptionnellement, ils peuvent présenter sur les bords une structure stratifiée, mais elle s'explique par des effets de pression. Dans beaucoup de régions, et surtout aux environs d'Ax et de Luchon, les granites, et plus spécialement les pegmatites, partagent l'allure des schistes encaissants et semblent concordants avec eux; cela tient à ce que ces roches éruptives ayant suivi, pour venir au jour, les plans de séparation des couches, qui leur offraient le minimum de résistance, elles affectent ainsi la forme de filons-couches; il est toutefois très fréquent de voir que ces

roches granitoïdes sont transverses par rapport aux terrains sédimentaires; d'ailleurs, elles varient habituellement beaucoup d'épaisseur dans l'étendue d'un même filon.

J'ai figuré, en plan (fig. 114), quelles sont les relations d'une pegmatite des environs de Collioures avec les terrains environnants; la façon dont elle s'irradie d'une part dans le granite, de l'autre dans des schistes argileux, prouve péremptoirement son origine interne.

Les alternances intra-granitiques citées par M. Garrigou dans les montagnes d'Ax et à Luchon existent seulement entre le granite fondamental et le gneiss granitoïde, mais elles n'ont pas lieu entre granite et schistes, entre granite et calcaire; il faut voir là des filons de granite dans des roches sédimentaires; nous avons insisté sur ce point à propos des coupes relatives à la Haute-Ariège.

M. Garrigou fait au métamorphisme une part qui, quelque grande qu'elle soit, nous semble exagérée, notamment en ce qui concerne l'origine des roches granitiques.

De ce que les granites sont des sédiments modifiés, il détermine leur âge par l'âge des terrains sédimentaires dans lesquels ils sont intercalés: il trouve ainsi des granites laurentiens, des granites cambriens, des granites siluriens; or, il arrive souvent que ces mêmes granites sont identiques et appartiennent à une même phase d'éruption.

C'est d'après les mêmes principes que M. Garrigou, et avec lui Magnan, ont admis des ophites de tout âge: laurentiennes, cambriennes..., dévoniennes, jurassiques, crétacées...

Nous considérons cette manière de voir comme absolument erronée ; les granites, les ophites sont pour nous, non des sédiments métamorphiques, mais des roches d'origine interne.

Magnan. — Magnan partage en grande partie les vues de M. Garrigou. Pour lui, « les granites anciens et laurentiens sont éminemment *passifs*, c'est-à-dire qu'ils n'ont pas, comme on le croyait autrefois, soulevé nos montagnes. » Le granite, comme l'ophite, est d'origine hydro-thermale.

SÉRIE GRANITIQUE

La série granitique comprend les granites à mica noir ou ne renfermant que très peu de mica blanc. Le caractère essentiel de ces roches réside, comme on le sait, dans l'état du quartz : ici le quartz ne se montre à peu près jamais en cristaux, mais bien en plages de seconde consolidation entourant les autres minéraux.

Toutes les variétés de granite à mica noir que présentent les Pyrénées centrales semblent se rapporter à deux types ou, si l'on veut, à deux espèces :

1^o Granite à orthose prédominant. — C'est le granite en quelque sorte normal.

2^o Granite à plagioclase prédominant.

Entre les variétés d'une même espèce, il y a passage insensible ; la séparation est, au contraire, tranchée d'une espèce à l'autre.

Granite à orthose dominant.

Le granite à orthose qui est de beaucoup le plus répandu dans les Pyrénées, ce qui lui mériterait le nom de *granite pyrénéen* que lui a donné Zirkel, est formé essentiellement des trois éléments constituant du granite normal : mica noir, feldspath orthose, quartz. Le mica noir est de la biotite en petites lamelles hexagonales, devenant verdâtres et jaunâtres par altération. Le quartz est gris, presque toujours légèrement enfumé. Le feldspath dominant est l'orthose ; habituellement blanc ou gris et presque toujours d'une grande fraîcheur dans les gros cristaux, il devient jaunâtre ou gris-bleuté dans les grains cristallins qui forment la masse de la roche. Les grands cristaux qui se trouvent dans le granite porphyroïde, maclés suivant la loi de Carlsbad sont loin d'être homogènes : ils renferment assez souvent des inclusions diverses : le mica noir y est fréquent ; mais parfois et surtout dans la vallée du Louron, les cristaux renferment, en outre, à l'état d'inclusion, du feldspath kaolinisé, du quartz en granules, en un mot tous les éléments du granite normal empâtés dans une masse de feldspath.

En dehors de l'orthose, il semble y avoir quelques cristaux d'oligoclase, mais toujours rares et de petite taille ; c'est peut-être à l'altération de ce feldspath calcique qu'est due l'effervescence, de courte durée, il est vrai, que donnent certains granites à mica noir.

L'amphibole se montre aussi dans quelques-uns de ces granites, mais toujours à titre accidentel, sous forme de petits prismes allongés de couleur noirâtre ; par altération, ils deviennent verdâtres et donnent finalement une matière vert sombre, terreuse. Cette amphibole est-elle originelle ou provient-elle de l'altération du mica, comme l'admet M. Macpherson pour certains granites d'Espagne ? Je tends à croire qu'ici elle est indépendante du mica.

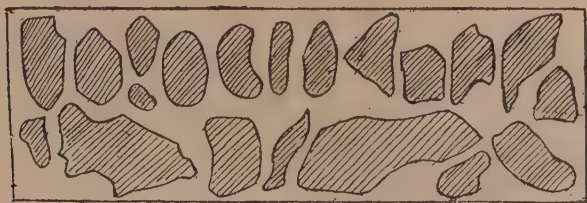
Les granites à mica noir que nous décrivons maintenant sont habituellement à grains moyens ; leur couleur dominante est le gris clair ou le gris sombre, plus rarement le jaunâtre. Leur texture est homogène et se conserve avec les mêmes caractères sur de grandes étendues. Tous ces granites ont pour fond le même magma cristallin : mica noir, feldspath orthose, quartz. Quand la roche ne renferme pas autre chose, on a le *granite normal* à mica noir ; s'il se développe de grands cristaux d'orthose dans ce magma, elle devient du *granite porphyroïde* ; la présence de cristaux d'amphibole produit du *granite amphibolifère* ; le développement de cristaux confus et de petite taille donne ce que Leymerie appelait le *granite grumelé*.

On peut mettre à côté de ces variétés le *granite à deux micas* (mica noir et mica blanc), le plus souvent lié à l'action des pegmatites. Toutes ces roches, qui sont des variantes du granite à mica noir et à orthose, ont ceci de commun, c'est qu'elles ont comme fond les mêmes éléments cristallins. D'ailleurs, elles se relient les unes aux autres par des passages insensibles qu'on peut souvent suivre sur le terrain. Le granite porphyroïde d'Oo se rattache, comme l'a reconnu Leymerie, ainsi que le granite grumelé, au granite à mica noir de la Maladetta, d'ailleurs porphyroïde par places, quoique à cristaux plus petits ; celui-ci, à son tour, dans les montagnes de Viella et de plusieurs autres régions, donne la main à un granite empâtant des fragments anguleux qui atteignent, au pic Quairat et ailleurs, des dimensions colossales.

Il semble dès lors rationnel de réunir en un même groupe ces roches qui ne se différencient que par des caractères d'ordre secondaire, et de les considérer comme étant du même âge ou du moins comme appartenant aux diverses phases d'une même éruption, lors même qu'on trouverait, se coupant les uns les autres, des filons appartenant à ces diverses roches ; à cet égard, il est bon de rappeler le passage de Durocher que j'ai transcrit plus haut : « Le phénomène

de pénétration d'une masse granitique par des filons d'une espèce de granite où la grosseur des grains est différente, ne lui paraît pas, dit-il, être une preuve suffisante pour permettre d'en conclure qu'il y a une différence d'âge bien tranchée entre ces deux granites. En effet, pendant le refroidissement de ces masses ignées, il s'est produit nécessairement des fractures par suite d'une contraction, et à travers ces fentes, il a dû se faire de nouveaux épanchements de granite, lequel peut différer de la masse déjà en partie solidifiée soit par la texture et la grosseur des grains, soit par l'abondance et la répartition des divers éléments. »

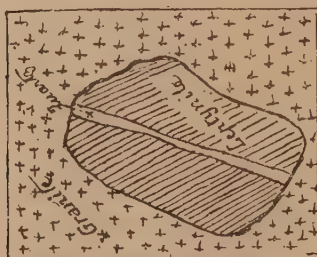
Cherchons maintenant à établir l'âge du granite à mica noir. Le granite à fragments inclus qui, ainsi que nous l'avons vu, est une simple modification de contact, va nous fournir à cet égard des renseignements précieux. Examinons la nature de ces fragments, fragments qu'on a d'ailleurs observés dans bien d'autres régions, et qui, dans les Pyrénées, avaient été remarqués déjà par les géologues les plus anciens. Variant, comme volume, entre quelques centimètres et plusieurs mètres cubes, ils se détachent en noir sur le fond clair de la roche, et, en raison de leur dureté, ressortent comme des bosselures à la surface des blocs. Toutefois, il ne faut pas confondre ces corps, de nature fragmentaire, avec les concrétions de mica noir qui existent dans ces mêmes granites. Dans ce cas, il y a passage graduel entre la concrétion et le magma de la roche; la condensation des éléments se fait d'une manière graduée. Au contraire, les accidents qui nous occupent se détachent nettement du fond de la roche. Parfois, il est vrai, les bords sont arrondis et émoussés, peut-être sous l'influence de corrosions dont la périphérie porte fréquemment la



(a)

trace; mais le plus souvent ce qui domine dans ces corps inclus, ce sont les formes anguleuses, les angles rentrants; ils ont donc une origine clastique. J'ai figuré ici (a, a') un certain nombre de ces fragments pris soit dans les montagnes de Caunterets, soit dans le massif de

Néouvielle, soit et surtout dans l'îlot granitique des environs d'Ar-tias ; le granite « maculé » se montre avec une extrême fréquence, en aval de cette localité, à l'état de blocs erratiques disséminés le long de la route. Dans certains échantillons, on voit le granite qui forme



(b)



(a')

le fond pénétrer en fines apophyses la masse noire d'un fragment ; dans d'autres, la tache noire est traversée nettement par un filonnet de quartz qui s'arrête brusquement sur les bords, particularité montrant que le filonnet et le corps englobés sont antérieurs au granite (b).

Dans d'autres, enfin, on voit sur les bords une zone d'altération des plus tranchées, marquée par une différence de coloration (c).

Ces observations prouvent donc, d'une façon péremptoire, que les



(c)

fragments inclus ont dû, avant d'être empâtés par le granite à mica noir, avoir été arrachés à une roche préexistante.

Or, quelle est la nature de ces fragments ? Elle est assez variée ; généralement, ils appartiennent à des roches finement grenues, ayant l'aspect des schistes cristallins : le type leptynite y domine, plus rarement

on y trouve le gneiss ; Zirkel y a signalé des schistes cristallins fortement plissés ; pas de calcaire, ni de grès, ni de schistes argileux. Jamais, non plus, je n'y ai trouvé de granite porphyroïde ni de granite amphibolifère, ce qui aurait pu arriver si ces roches avaient été antérieures au granite normal. En somme, ces fragments englobés appartiennent à des roches de la série primitive ; on en déduit naturellement que ces granites sont postérieurs aux terrains primitifs. D'autre part, je n'ai jamais vu de filons de ce granite dans l'archéen, ni dans les étages plus élevés. Les granites que l'on a signalés dans le silurien ou l'archéen se rapportent à d'autres types bien différents : soit aux pegmatites, soit à des granulites à grains fins, soit à des microgranulites. Tout semble donc indiquer que l'épanchement du granite pyrénéen à mica noir marque la fin des terrains primitifs : M. Barrois est arrivé à la même conclusion pour les granites de la Galice, et M. J. Macpherson pour les roches de la province de Séville ; on sait, d'autre part, que M. Hébert a émis la même opinion à propos du granite du N.-O de la France (*). En outre, ici comme dans cette dernière région, la présence des macles et des staurotides ne saurait être invoquée pour prouver la postériorité du granite, car elle semble dûe non au granite à mica noir, mais aux pegmatites et aux granulites.

J'ai indiqué dans un tableau (page 506), les diverses variétés se rapprochant du type du granite normal.

Tous ces granites sont des roches éruptives, ou plutôt des roches d'épanchement qui ont recoupé en filons plus ou moins puissants, les diverses parties du terrain primitif. Nous les désignerons collectivement sous le nom de *granite ancien*. Le granite ancien paraît quelquefois anormalement au sein de formations relativement récentes : tel est le granite des environs d'Artias. Cette *venue par intrusion* (*granite passif*) doit être distinguée de la *venue par épanchement*. Dans les premiers cas, il n'a jamais injecté les terrains environnants. Il peut, toutefois, être accompagné de phénomènes métamorphiques, mais ils sont dûs moins à l'action du granite qu'aux phénomènes mécaniques qui lui ont servi de cortège.

Granite fondamental.

Or, au-dessous des gneiss granitoides et s'y rattachant insensiblement, se trouve, notamment dans la vallée de Soulan, près de Castet-d'Aleu, un granite à mica noir, fréquemment amphibolifère, ayant tous les caractères lithologiques du granite ancien. Cette similitude

(*) Hébert : Observations sur les groupes sédimentaires les plus anciens du nord-ouest de la France (C. R., 28 juillet 1886).

du *granite fondamental*, résultant probablement de l'incrustation de l'écorce, avec le granite ancien éruptif, s'explique facilement si, comme tout porte à le croire, ce dernier s'est formé aux dépens du granite fondamental, ou du moins s'il provient de la même zone infra-corticale. Pendant que la masse du granite sous-jacente au gneiss continuait, vu son refroidissement graduel, à s'épaissir vers le bas par suite d'incrustations successives, les parties plus rapprochées du centre étaient encore dans un état de fluidité qui leur permettait de s'épancher à travers les fissures du globe. Cette communauté d'origine nous rend compte de leur similitude de composition.

Dans des échantillons isolés, il ne me paraît pas possible de distinguer si on a affaire à du granite ancien ou à du granite fondamental; l'étude du gisement peut seule trancher la difficulté : le premier forme à travers le gneiss des filons transverses et ne présente, d'ailleurs, sur aucun point les caractères de cette roche; le second, au contraire, partage l'allure du gneiss, y passe graduellement et parfois même alterne avec lui.

SÉRIE GRANITO-GRANULITIQUE

Granites à oligoclase dominant.

Les *granites à oligoclase dominant*, que nous appellerons pour simplifier *granites à oligoclase*, sont moins répandus que les granites à orthose. Néanmoins, il en existe plusieurs affleurements d'une certaine importance, notamment aux environs d'Ercé où ils avaient été pris pour des syénites, à Bordes-sur-Lez, au lac de Bethmale, à Lacourt dans la vallée du Salat, aux environs de Tarascon. Quoique leur faciès varie assez dans ces diverses régions, ces granites se font généralement remarquer par des couleurs moins claires : la nuance gris-sombre domine, mêlée souvent de tons verdâtres ou rougeâtres; la densité est généralement plus grande et la quantité de silice libre plus faible.

Le quartz existe toujours, mais il est parfois très peu abondant (Lacourt); le biotite se montre dans toutes ces roches, en lamelles noires, brun-tombac ou brun-rougeâtre; ses contours géométriques sont moins nets que dans les granites normaux. Presque toujours le feldspath est l'élément de beaucoup le plus répandu : l'orthose y est rare, et quand il existe, il se présente en cristaux blanc-rosé ou rouge-clair, généralement bien conservés et à clivages très nets. L'oligoclase, bien plus abondant que l'orthose, est gris-foncé ou gris-verdâtre, plus rarement gris-clair; il se reconnaît à son éclat gras ou cireux et dans les cassures fraîches, à ses stries d'hémitropie; il est moins

dur que l'orthose, de sorte qu'une pointe d'acier l'entame facilement, en donnant une trace blanche ; ajoutons, toutefois, que cette diminution de dureté semble tenir à un commencement d'altération. Dans ce cas, la roche est plus ou moins effervescente au contact de l'acide, par suite de la formation d'une certaine quantité de carbonate de chaux. Comme éléments accidentels, ce granite renferme parfois de l'amphibole ; alors la roche rappelle le granite dit égyptien.

L'oligiste et plus souvent l'hématite existent dans les variétés rougeâtres ; aussi l'épidote et la chlorite dans les variétés vertes ; mais ces minéraux sont surtout dûs à des actions secondaires, postérieures à la consolidation de la roche, et principalement à l'influence des ophites.

Les granites à oligoclase renferment des cristaux de quartz de première consolidation, ce qui les rapproche des granulites ; mais elles s'en écartent par l'absence du mica blanc et de la tourmaline. À cet égard, elles offrent les caractères ambigus que présentent la protogine des Alpes et le granite de Baveno (*). L'abondance du mica noir et l'ensemble des caractères extérieurs rapprochent ces roches du granite ; d'autre part, la présence du quartz en cristaux de première consolidation, les variations de leur structure, et surtout leurs conditions de gisement les placent à côté des granulites ; aussi leur donnons-nous, avec d'autres auteurs, le nom de *granites granulitiques*.

Décrivons quelques types pris dans les gisements indiqués plus haut ; nous constaterons ainsi la coexistence de diverses variétés qu'au premier abord on serait tenté de séparer.

Lacour. — Quelques spécimens pris en amont de Lacour, sur la rive gauche du Salat, présentent les caractères suivants :

Roche de couleur gris verdâtre, très riche en feldspath.

Oligoclase très dominant, gris sombre, à éclat cireux, à cassure irrégulière, à clivages indistincts.

Orthose en rares cristaux blancs, à faces de clivage très nettes et miroitantes.

Mica noir ou brun tombac. — Traces d'amphibole hornblende.

Quartz très rare.

Le feldspath oligoclase est généralement postérieur aux autres éléments de la roche. — Ce granite a été déjà décrit par Zirkel.

Ercé. — En aval d'Ercé, sur les bords même du chemin d'Aulus, les granites à plagioclase forment des masses importantes. Voici la diagnose du type dominant :

Roche de couleur rougeâtre ou verdâtre rappelant la syénite ou le granite égyptien.

Oligoclase gris verdâtre, à éclat gras et cireux, avec stries d'hémétopie très nettes.

(*) De Lapparent, *Traité de géologie*, p. 600.

Orthose assez abondant : blanc rosé, rose chair, à clivages très nets. Mica noir en lamelles hexagonales ou en lambeaux déchiquetés.

Quartz assez abondant, à l'état récent et à l'état de cristaux de première consolidation.

L'orthose est ici plus abondant que dans la roche de Lacour ; de sorte que le granite d'Ercé correspond assez bien à un granite à deux feldspaths (*); d'autre part, la présence du quartz ancien la rapproche des granulites ; nous y verrons donc un *granite granulitique*. La roche de Lacour, qui évidemment se rattache à celle d'Ercé, devra aussi recevoir la même dénomination, avec cette différence que la première est un granite granulitique à oligoclase dominant, la deuxième un granite granulitique à deux feldspaths.

Bordes. — En amont du village de Bordes (canton de Castillon) s'étend un massif important rappelant celui d'Ercé et de Lacour ; les mêmes roches s'y retrouvent avec des caractères identiques ; mais, de plus, il y a ici toute une série de modifications dues à l'influence de la roche ophitique sur laquelle l'église de Bordes est bâtie. Ces granites se montrent sur les deux rives du Lez, surtout aux abords du pont du Lez ; ils sont très développés aussi sur le versant méridional de la vallée de Bethmale et plus particulièrement sur le chemin du lac. Voici les caractères de quelques types dominants :

1° Echantillon de granite vert rappelant la protogine. — (*Faciès protoginique*).

Roche à peu près identique à celle de Lacour, mais à couleur verte plus accentuée, probablement par l'action de l'ophite.

Les éléments sont les mêmes que dans cette localité, seulement ici l'orthose est plus fréquent.

En outre, l'oligoclase qui, dans ce massif, empâtait les autres minéraux, est ici en cristaux ou en petites masses arrondies qu'entoure presque constamment une auréole de mica noir ; nous retrouverons ce même caractère dans une autre variété ; la forme prismatique de ce mica noir, la difficulté avec laquelle ce minéral s'exfolie, sa dureté dans les parties plus profondes, tend à nous montrer qu'il résulte de l'altération de l'amphibole, transformation qui est des plus fréquentes dans les roches ophitiques des environs d'Argein. D'ailleurs, de rares prismes d'hornblende se montrent en quelques points.

En outre de ce mica d'origine secondaire, il y a dans la roche du mica ancien généralement plus net.

Ce mica se change aussi en chlorite, comme on peut le voir au microscope ; dans ce cas, il se présente sous forme de lamelles à structure fibreuse, pigmentées de noir et de brun et s'éteignant entre les micas croisés, lorsqu'elles ont des contours hexagonaux. — Mais il y a aussi de la chlorite de formation secondaire ; elle est accompagnée d'épidote. Ces

(*) Ce granite n'est pas néanmoins la *granitite* des allemands, puisqu'il renferme des cristaux de quartz ancien.

deux minéraux d'ailleurs, le second surtout, se montrent dans les fissures de la roche et contourne avec elle tous les autres cristaux.

L'amphibole, l'épidote, la chlorite que présente cette roche se retrouvent, comme on le sait, dans l'ophite; étant donnée la façon dont ces minéraux enveloppent les autres minéraux, il est vraisemblable que leur développement est dû à l'influence de cette roche éruptive.

En somme, le quartz étant ici aussi de première consolidation (bien qu'il y ait du quartz récent), la roche est un granite granulitique à deux feldspaths, renfermant accidentellement des minéraux développés par l'action de l'ophite;

2° Dans un autre échantillon de couleur rougeâtre, pris en amont de Bordes, aux abords du pont, on trouve les caractères suivants :

Quartz rouge, plus rarement enfumé, fréquemment cristallisé et de première consolidation, accompagné de quartz récent.

Biotite en lamelles hexagonales très nettes.

Orthose blanc.

Oligoclase un peu cireux.

Au microscope on y trouve aussi de la chlorite contournant les autres minéraux.

Des veinules ferrugineuses se montrent dans la roche et trahissent la cause de la coloration. La roche ressemble à une syénite : ce sera le *faciès syénitique*;

3° Un autre échantillon, qui est l'exagération du type n° 2, nous présente des imprégnations ferrugineuses encore plus abondantes; la roche est fortement rougie; des enduits d'oligiste se montrent dans les fissures : des veinules d'hématite courent çà et là dans la masse. Bien qu'étant encore un granite granulitique, la roche se rapproche de l'*Eisengranit* des Allemands; l'oligiste est ici aussi un élément accidentel, d'origine secondaire, lié comme l'amphibole, la chlorite, l'épidote aux émanations de l'ophite;

4° D'autre part, le développement exagéré de l'épidote donne lieu à l'*Epidotgranit*, qui passe même par places à un épidotite véritable;

5° Pareillement, l'exagération de l'amphibole dans le type n° 4 donne un *granite granulitique à amphibole*. — (Voir le tableau, page 506)

Conclusions sur les granites à oligoclase. — En résumé, si les granites à oligoclase de Lacour, Ercé, Bordes et autres localités se rapprochent des granulites par l'état de leur quartz, ils s'en écartent par l'absence du mica blanc et de la tourmaline et par la présence de la biotite. On peut donc les considérer comme un groupe formant passage entre les granites proprement dits et les roches granulitiques normales; nous leur avons donné pour ce motif le nom de *granites granulitiques*.

Leur caractéristique est, en somme, la suivante : *Les éléments sont les mêmes que dans les granites normaux à mica noir, seulement l'oligoclase est dominant, et le quartz s'y trouve non seulement en plages*

de seconde consolidation, mais en cristaux ou, du moins, en grains de première formation.

Le quartz, d'ailleurs, est généralement moins largement réparti que dans les granites; par contre, ici le feldspath est de beaucoup l'élément le plus abondant, et en particulier l'oligoclase qui, parfois, se montre à peu près seul (granite granulitique à oligoclase); souvent l'orthose l'accompagne (granite granulitique à deux feldspaths).

Comme dans le granite, le mica est de première consolidation et s'est formé le premier; parfois il se change en chlorite; dans quelques cas, on trouve, en outre, du mica secondaire enveloppant les autres cristaux; généralement, alors, il est altéré et semble dériver de l'amphibole qui, parfois, se montre en petits cristaux.

En outre de ce mica secondaire et de l'amphibole, il y a d'autres éléments accidentels : la chlorite, l'épidote, l'oligiste, éléments qui tous m'ont paru liés aux émanations ophitiques. Par leur abondance, ils donnent naissance à des roches d'un aspect différent, qui ne sont, il est vrai, que des modifications locales, mais qui, néanmoins, vu l'importance des ophites dans la région pyrénéenne, se retrouvent dans un grand nombre de points et méritent à ce titre de constituer, sinon des espèces, du moins des variétés de ces granites à oligoclase. Le tableau que nous donnons plus loin résume les variations de ces roches granitiques (page 506).

Les granites à oligoclase sont *postérieurs* aux granites à orthose; d'ailleurs ils ont les caractères (richesse en anorthose et en oligiste) que présentent, d'après M. Zirkel, les granites récents de l'Amérique du Nord.

Ces granites granulitiques sont recoupés par des roches de composition analogue, mais de texture différente; la roche, au lieu d'être à grains moyens, comme dans le granite, a des éléments plus petits; parfois même, ceux-ci cessent complètement d'être discernables: c'est ainsi qu'aux environs de Bordes on trouve, à côté du granite à oligoclase et réunis dans le même massif granitique, des pegmatites, des granites à très petits grains, des sortes d'eurites; on serait porté à attribuer ces diverses roches à des éruptions différentes. Mais sur le terrain on les voit passer l'une à l'autre. Il faut donc les considérer comme des émissions contemporaines ou, du moins, des émissions s'étant produites dans les diverses phases d'une même éruption, et à ce propos nous ferons remarquer, avec Durocher, combien peut varier, dans une même éruption, la texture des roches issues du même orifice, suivant le mode de refroidissement ou d'autres conditions.

Dans les granites à oligoclase de Bordes, aussi bien que dans le

granite à mica noir qui forme près de là le massif rugueux de la Ruère, on trouve parfois, à l'état de filonnets, des roches compactes, lithoïdes, à cassure esquilleuse, tantôt blanchâtres ou rosées, tantôt vert sombre, parfois jaunâtres par suite d'altération. Leur cassure, leur fusibilité, leur couleur les rapprochent des eurites. Mais sur le chemin du lac de Bethmale, on les voit passer graduellement au granite vert épidotifère dont il a été déjà question. Il n'y a donc là qu'une différence de texture liée selon toute apparence, comme cela a lieu pour les épanchements porphyriques, trappéens et volcaniques, aux conditions mêmes du refroidissement et, par conséquent, au volume des masses cristallines venues de l'intérieur; quand le magma granitique est arrivé en masses considérables, il a donné des roches ayant la texture et la composition des granites; c'est ce qui a lieu pour le granite vert du lac de Bethmale; lorsqu'au contraire le magma a été injecté en petits filons ou en veinules au sein du granite, le refroidissement ayant été plus rapide, la cristallisation a été confuse, troublée, et la roche s'est figée en masses compactes d'apparence lithoïde; c'est le cas des filonnets qui traversent le granite à mica noir de la Ruère. Un phénomène identique s'est produit sur les bords des masses granitiques et par la même cause.

D'ailleurs, quoique compacte à l'œil nu, la roche se montre grani-toïde dans le champ du microscope, et alors on y retrouve les éléments du granite.

On est donc autorisé à regarder cette pseudo-eurite comme une apophyse envoyée par le granite à oligoclase de Bordes dans le granite à mica noir de la Ruère, et lorsque l'injection a lieu dans le granite à oligoclase, comme le remplissage d'une fissure produite pendant le refroidissement de la masse granitique.

La belle pegmatite rouge qu'on trouve au sud-est de Bordes, près de Charcobu, rentre dans le même ordre de modifications, bien que le mica noir ait disparu et que l'oligoclase y soit rare.

Ainsi, à côté du granite à oligoclase normal, nous mettrons comme variations de texture :

- 1° Une variété *pegmatoïde*, souvent riche en orthose.
- 2° Une variété *microcristalline* à petits grains (*microgranite*);
- 3° Une variété *euritique* ou *cryptocristalline* (*granite euritique*);

Ces diverses variétés se trouvent toutes aux environs de Bordes, dans le massif de la Ruère. Mêmes modifications sur le chemin de Lacourt à Alos, mais moins nettes.

Dans la région de Luchon, beaucoup de roches dites leptynites ou eurites ne sont que des modifications microcristallines ou euritiques du granite à oligoclase: tel est le granite à très petits éléments qu'on

exploite à l'entrée de la vallée du Larboust, dans la carrière de la Picadisse ; il est facile d'y distinguer à l'œil nu, malgré la petitesse des cristaux, de l'oligoclase verdâtre en cristaux de première consolidation, de l'amphibole noire en rares cristaux, le tout englobé par un magma finement grenu dans lequel on peut distinguer du feldspath, du quartz et du mica. A la même carrière, cette roche, qu'on trouve absolument identique dans les montagnes d'Aulus où elle recoupe le granite normal, cette roche, dis-je, passe à une roche qui a toute l'apparence d'un porphyre quartzifère ; c'est ainsi que les géologues pyrénéens ont d'ailleurs dénommé cette roche, qui est très commune dans les blocs transportés par la Garonne ; c'est ce même porphyre qu'on trouve formant des filons dans le granite du Néthou. A l'œil nu, on ne voit guère que des cristaux de feldspath, quelques lamelles de mica noir et de rares cristaux d'amphibole ; tout le fond est formé d'une pâte verdâtre, grise ou noirâtre qui, au microscope, se résout en un agrégat cristallin comparable à celui qu'on distingue à simple vue dans les variétés à petits grains. Par conséquent, cette roche pseudo-porphyrrique, véritable microgranulite, n'est autre chose qu'un granite à oligoclase à éléments très atténués. Nous serons donc autorisés à attribuer à ces variétés euritiques ou pseudo-porphyrriques le même âge qu'aux variétés granitoïdes.

Dans les pegmatites qui recoupent le granite à oligoclase de Bordes, je n'ai jamais rencontré de tourmaline ni de mica blanc, ce qui les différencie des pegmatites ordinaires.

Ainsi, les granites à oligoclase, avec les roches qui leur servent de cortège, constituent le groupe des *granites granulitiques*, intermédiaires comme structure entre les *granites proprement dits* et les *granulites* qui vont nous occuper dès maintenant (voir page 506).

SÉRIE GRANULITIQUE

Les granites à oligoclase (granites granulitiques) nous ont donné un passage entre le mode granitique et le mode granulitique, et à ces granites nous avons vu qu'on devait rattacher, quoique ayant une texture bien différente, des pegmatites, des roches microcristallines et des variétés crypto-cristallines ressemblant à des eurites. Les mêmes textures se retrouvent dans une autre série de roches qui, elles, sont franchement granulitiques et, par leur quartz de première consolidation, et par leur richesse en mica blanc et en tourmaline. Ces roches granulitiques, fréquentes sur la lisière des terrains primitifs, se trahissent par l'éclat argentin de leur mica et plus encore par la teinte blanche que prend le feldspath en se transformant en kaolin sous l'influence des actions atmosphériques. Toutes les régions for-

mées de terrain cristallophyllien présentent un grand développement de ces roches granulitiques ; leurs filons sont aussi très fréquents dans tous les schistes archéens et ils remontent jusque dans le silurien supérieur.

Dans les Pyrénées, comme dans les autres pays, on peut reconnaître divers types :

1° *Granite à mica blanc*. — Quartz, feldspath, mica blanc ;

2° *Pegmatite*. — Quartz et feldspath orientés, à assez gros éléments ;

3° *Granulites* (beaucoup de leptynites pyrénéens). — Quartz et feldspath orientés, à petits éléments non orientés ;

4° *Aplite* (beaucoup de leptynites pyrénéens ; roches confondues aussi avec les eurites). — Quartz et feldspath orientés, à éléments indiscernables à l'œil.

Ces roches granulitiques ont la même composition que dans la plupart des régions, ce qui me permet de passer rapidement sur leur compte. On peut y trouver les éléments suivants : les uns prédominants (quartz, feldspath, mica blanc) ; les autres soit fréquents (tourmaline, grenat) soit plus ou moins rares (beryl, pinite, andalousite, mica vert, chlorite). — (Voir tableau, page 506.)

Quartz. — Le quartz de première consolidation est habituellement bipyramidé ou du moins à contours géométriques ; celui de deuxième consolidation, presque toujours grenu et offrant l'aspect d'un grès siliceux.

Feldspaths. — Les feldspaths atteignent parfois un grand développement, surtout dans certaines pegmatites, et constituent alors de grosses masses spathiques ou lamelleuses :

1° *Orthose* très fréquent, prédominant. — En cristaux blancs ou jaune clair, gris bleuté, sub-vitreux quand ils ne sont pas altérés ;

2° *Microcline*, abondant à Luchon, Lès, Ax, Saint-Béat, Milhas. — Gris bleuâtre ou jaunâtre, en grandes masses parfois, veinulé habituellement par de l'albite ;

3° *Oligoclase*, rare. — En cristaux grisâtres ou verdâtres, blanc mat, striés dans les cassures fraîches.

Mica blanc argentin. — Existe seulement dans certaines variétés ; habituellement disséminé d'une manière irrégulière dans la roche ; il se présente le plus souvent en lamelles hexagonales empilées, pouvant atteindre parfois de très grandes dimensions (Saint-Antoine, Ax) ; plus rarement il est à l'état de palmes (Luchon, Lès, Ax, Lourcup).

Tourmaline. — Très fréquente dans les Pyrénées ; elle s'est formée dans le premier stade de consolidation et semble remplacer le mica noir ; souvent elle se montre en cristaux énormes, parfois tordus et cassés, n'ayant aucune orientation régulière.

Grenats. — Assez fréquents, surtout dans les variétés à petits grains, riches en mica blanc ; l'espèce la plus commune est l'almandin ; on trouve aussi fréquemment des cristaux rougeâtres ou brunâtres ressemblant à la spessartine.

Béryl. — Très rare; habituellement en prismes jaunâtres ou faiblement teintés de vert. Cette espèce a été signalée à Luchon et à Ax.

Pinite. — En cristaux copiant la forme de la tourmaline; les rares cristaux que j'ai vus m'ont paru épigéniser ce minéral.

Andalousite. — Accompagne fréquemment les pegmatites dans les montagnes de Crabioules et de Clarabide; elle est habituellement en prismes rougeâtres englobés dans du feldspath orthose.

Mica vert et chlorite. — Accidentellement développés au voisinage des ophites (Eup) et des diorites (Tarascon). Alors ces minéraux sont en en-duits ou remplissent des fissures.

Mica noir. — Se développe accidentellement par endomorphisme dans les roches granulitiques traversant le granite à mica noir; mais il ne se montre guère que sur la zone du contact.

Bien qu'elles se recoupent parfois les unes les autres, toutes ces roches (granite à mica blanc, pegmatite, granulite, aplite) m'ont paru, dans les Pyrénées, provenir d'un même épanchement granulitique; elles seraient donc contemporaines ou du moins correspondraient aux diverses phases d'une même éruption.

Elles ont pour caractères communs la présence simultanée du quartz ancien et du quartz récent, l'abondance habituelle du mica blanc et de la tourmaline. Elles ont d'ailleurs, au fond, la même composition, de sorte qu'elles ne diffèrent guère entre elles que par la proportion relative des éléments, la présence ou l'absence de tel ou tel minéral accidentel et surtout la texture.

Or, ainsi qu'on l'a reconnu dans d'autres régions, la texture est étroitement liée aux circonstances de gisement et paraît résulter de modifications de contact: les parties centrales des massifs granulitiques sont habituellement occupées par du granite à mica blanc; la pegmatite forme des filons ou se tient sur la lisière des massifs; la granulite et l'aplite ne sont qu'en filonnets et en veines. Le texture est donc en rapport avec l'épaisseur de la masse éruptive; elle paraît tenir surtout à la rapidité plus ou moins grande avec laquelle le refroidissement s'est effectué.

Dans certains cas, il est vrai, on voit des filonnets de granulite à travers les pegmatites et des filons de pegmatite à travers le granite; mais, ainsi que nous l'avons dit plus haut, les épanchements semblent s'être suivis de très près; il nous suffira dessus de renvoyer à l'explication de Durocher.

Age des roches granulitiques.

Dans les pages qui précèdent, nous avons déjà émis quelques considérations sur l'âge des roches granulitiques; nous reviendrons sur ce sujet pour y apporter plus de précision.

Granite à orthose. — Le granite à orthose a fréquemment englobé, surtout sur la lisière des massifs, des fragments parfois très volumineux de gneiss et de schistes cristallins ; jamais, du moins à ma connaissance, on n'y a trouvé du calcaire ou des schistes anciens. D'autre part, je ne l'ai jamais vu recouper le cambrien, ni même l'archéen. D'où je suis amené à conclure à son antériorité à l'archéen.

Parfois, il est vrai, on le trouve au milieu des calcaires cristallins de l'époque silurienne ; mais dans ce cas il a un rôle purement passif, comme l'avait reconnu Leymerie pour le granite de la Maladetta : il a été poussé uniquement dans le silurien, mais à l'état consolidé et longtemps après l'époque de son épanchement.

Le granite à orthose est donc le plus ancien des granites éruptifs.

Granite à mica blanc. — Ce granite, ainsi que les pegmatites et granulites qui s'y rattachent, a traversé en une foule d'endroits l'archéen ; on en retrouve des filons, mais un peu dénaturés, dans le silurien supérieur. D'où la conclusion que ces roches sont venues entre le silurien et le dévonien.

Granites à oligoclase (granites granulitiques). — Des granites analogues à ceux de Bordes ont traversé dans les montagnes d'Aulus le granite ordinaire ; aussi dans la Maladetta. A Luchon, ils ont recoupé, à l'état de granite leptynoïde, de granulites et de microgranulites, le calcaire silurien à *Echinosphærites balticus*, horizon de Caradoc. A Bordes-sur-Lez, ces mêmes granites ont traversé, en les modifiant profondément, les calcaires du dévonien supérieur ; des microgranulites, très apparentées aux granites précédents, forment même des filons dans le houiller des monts Maudits ; il en résulte que ces roches sont postérieures à ce même houiller.

Porphyres. — Ils sont probablement antérieurs à toutes les roches précédentes, mais nous n'avons rien trouvé qui pût nous éclairer exactement sur leur âge relatif.

Granites secondaires. — Existe-t-il des granites pyrénéens de l'époque secondaire, comme Zirkel l'a admis à la suite de Dufrénoy et Coquand ? Nous nous prononcerions volontiers pour la négative. L'éminent pétrographe allemand a tiré surtout argument d'une petite masse de granite, large de un mètre à peine, qu'il a trouvée dans les schistes dits liasiques du pays d'Ercé (Haut-Salat). La présence de ce granite au milieu de schistes jurassiques, l'empâtement de ces schistes par la roche cristalline, avait amené Zirkel à regarder comme post-liasique le granite d'Ercé, et, par suite, le granite pyrénéen auquel il se rattacherait d'après lui, et en particulier toute la masse granitique qui se développe vers Seix et Castillon.

Or, remarquons d'abord qu'une bonne partie de ces roches granitiques est composée de gneiss et autres roches stratiformes qu'il est

bien difficile de ne pas rattacher au terrain primitif. D'autre part, le granite rougeâtre d'Ercé ne paraît nullement se rattacher au granite ordinaire. On ne saurait donc étendre à tous les granites pyrénéens les conclusions qui s'appliquent à un seul.

Mais le filon granitique d'Ercé est-il réellement éruptif ? Le fait me paraît douteux, malgré l'empâtement qui se montre sur les bords. D'abord, en effet, il n'y a pas d'injection. D'autre part, étant donné ce fait que, partout dans cette région, le granite sert de soubassement aux schistes et calcaires liasiques, on peut se demander si ce filon de granite n'est pas simplement une réapparition, par faille ou par mouvement du sol, du granite sous-jacent. Ce pays, en effet, est traversé par un grand nombre de fractures qui découpent à la fois le granite et les couches jurassiques en une foule de voussoirs ; cela posé, il aurait suffi d'une dénivellation d'un voussoir par rapport à ceux qui l'avoisinent pour mettre en contact, dans le sens horizontal, les schistes ardoisiers et le granite, qui, dès lors, affecte la forme d'un véritable filon.

Ce mouvement dans le sens vertical a dû être accompagné de frottement et de froissement sur les bords : d'où égrènement du granite, émiettement des schistes, et finalement formation d'une brèche de friction dont les éléments auront pu être cimentés plus tard en donnant ces sortes d'arkoses qui ont toute l'apparence d'un granite reconstitué.

Les environs de la vallée de Bethmale sont particulièrement intéressants pour étudier les relations des diverses roches granitiques. Lors de la description de cette vallée, j'ai indiqué quelle est leur disposition (voir fig. 51) ; je rappellerai qu'en allant du nord au sud on trouve tour à tour :

1° Terrain primitif (gneiss ou pegmatite et granite) ; 2° ophite ; 3° schistes et calcaires jurassiques ; 4° magma de Bordes ; 6° Granite à oligoclase avec lentilles de calcaire dévonien métamorphique ; 7° granite à mica noir de la Ruère ; 8° schistes modifiés du pont de Camaroch.

Nous trouvons donc réunies ici des roches variées et comme composition et comme âge : du *granite à mica noir* (la Ruère, forêt de Castillon), du *granite granulitique* (granite à oligoclase du pont de Bordes) avec ses variétés microcristallines et euritiques, des *granulites* (pegmatites des environs d'Arrien), en outre quelques filonnets de *porphyre* (massif de la Ruère), et enfin de l'*ophite* (Bordes, Ourjout).

Quel est l'âge de ces diverses roches éruptives ? Pour l'établir, étudions leurs relations mutuelles :

Le granite à mica noir a percé le gneiss de la forêt de Castillon ; à

leur tour, les roches granulitiques (granite à mica blanc et pegmatite) ont traversé non seulement le gneiss, mais encore le granite à mica noir. D'autre part, le granite à oligoclase de Bordes s'est épanché à l'état de veines euritiques à travers le granite à mica noir de la Ruère, et a injecté, en les modifiant profondément, les calcaires du dévonien supérieur.

Les porphyres recoupent également le granite à mica noir. Ajoutons que l'ophite de Bordes venant en dernier lieu, a modifié toutes les masses préexistantes et injecté d'épidote et d'oligiste les granites de divers ordres, les pegmatites, les calcaires dévoniens et même le conglomérat triasique; mais je n'ai pas trouvé d'injections dans le jurassique, bien qu'il soit au contact immédiat de l'ophite.

Rappelons, d'autre part, que les roches granulitiques à mica blanc ne nous ont pas paru traverser le dévonien des Pyrénées.

De l'étude comparée de ces relations, il ressort que les éruptions se sont succédées dans l'ordre suivant :

- 1° Granite à mica noir : série des granites ;
- 2° Granite à mica blanc et pegmatites : série des granulites ;
- 3° Granites à oligoclase : série des granites granulitiques ;
- 4° Ophite.

Mais à quelle époque ont eu lieu ces éruptions ? En tenant compte des relations déjà indiquées entre ces roches cristallines et les terrains sédimentaires et en nous aidant des données acquises sur d'autres points des Pyrénées centrales, nous arrivons aux conclusions suivantes : 1° *le granite à mica noir est postérieur au terrain primitif* ; 2° *les pegmatites et autres roches à mica blanc sont antérieures au dévonien* ; 3° *les granites granulitiques sont postérieurs au dévonien* ; 4° *l'ophite de Bordes est plus récente que la base du trias*. Les vrais porphyres se placent probablement, comme venue, entre ces deux dernières roches éruptives.

Ces conclusions peuvent être résumées dans le tableau ci-dessous :

.....	Ophite.
Trias inférieur.	
.....	Porphyre (?).
Carbonifère	
.....	Granites granulitiques.
Dévonien.	
.....	Roches granulitiques.
Silurien	
Archéen	
.....	Granites à mica noir.
Terrain primitif.	

ESSAI DE CLASSIFICATION DES GRANITES DES PYRÉNÉES

Actifs : Lors de leur épanchement. — Passifs : Lors de leur intrusion.

GRANITES À ORTHOSE DOMINANT (Granites épanchement dits) Granite arcaïen

Éléments essentiels. — Mica noir ; Orthose dominant ; Quartz de 2^e consolidation.
Éléments accessoires. — Oligoclase ; Mica blanc, rare ; Amphibole ;
Pas de tourmaline.

Variétés normales	Granite normal..... (G. pyrénéen)	à grains moyens..... (le plus répandu)	Néavielle, Arbizon, Gave de Lutour. Maladetta, montagnes du port de Viella, Aran Vallier, Haut Garbet, Bassies
		à gros grains.....	Etang d'Arbu (massif des Trois Seigneurs).
		à petits grains.....	Montagnes d'Aulas
Variétés accidentelles	G. porphyroïde (grands cristaux d'orthose).....		Montagnes d'Ou, de Clarabide, de Crabioules ; accidentellement dans le massif de la Maladetta.
	G. granulé (cristaux confus d'orthose).....		Id.
	G. amphibolifère (synclitique).....		Canterets.
	G. maculé (à fragments empâtés).....		Sur la lisière des massifs : Artias, Vallier.
	G. à deux micas.....		Pont d'Espagne (Ax), Castelviel (Luchon).

GRANITES À OLIGOCLASE DOMINANT (Granites granitiques) Granites récents

Éléments essentiels. — Mica noir — Oligoclase dominant —
Quartz de 1^{re} et 2^e consolidation.
Éléments accessoires. — Orthose, mica blanc rare, amphibole fréq ;
chlorite, épidote et oligiste ; calcite par altération.
Pas de tourmaline.

Variétés granitoïdes	Normales	Granite granititique à oligoclase.....	Lacourt, Bordes-sur-Lez.
		à deux feldspaths.....	Ercé.
A. cadentelles		Granite granititique à amphibole.....	Vallée du Sour, Bordes, Lacourt.
		à chlorite (gr protogé- nique).....	Tarascon.
		à épidote (Epidot-gra- nit).....	Bordes, lac de Bethmale, Tarascon.
		à oligiste (Eisen-gra- nit).....	Bordes, le Sarraillé.
Variétés pegmatitiques		Pegmatite à oligoclase et à orthose.....	Charcobu (Bordes).
Variétés cryptocristallines	Variétés micriscristallines	Granite leptynite à oligoclase (leptynite de certains auteurs), facies de granulite à mica noir.....	Bordes, la Picadisse (Luchon).
	à très petits éléments		
Variétés cryptocristallines	Opacités solubles avec ou sans cristaux	Granite euritoïde.....	La Ruère (Bordes), Nêhou et Maladetta, La Picadisse.
		(La plupart des porphyres quartzifères, des porphyres granitoïdes, et des eurites quartz- ifères des Pyrénées). (Au microscope se résout en microgranulite).	

GRANULITES (Granites à mica blanc) Granites récents

Éléments essentiels. — Feldspath abondant ; orthose, microcline ;
quartz abondant de 1^{re} et 2^e consolidation.
Éléments accessoires. — Mica blanc parfois très abondant, mica
noir très rare ; oligoclase ; albite ; grenats ; beryl.
Tourmaline fréquente.

Variétés granitoïdes	Granite à mica blanc.....	En amont de Saint-Antoine (Ariège), Ax, Lès, Luchon Cham.
	Granite tourmalinifère.....	—
	Schortrock (par développement exceptionnel de la tourmaline et du quartz).....	Biert, Luchon.
	Hyalomictite (par disparition du feldspath).....	Environs de Luchon et de Saint-Antoine.
Variétés pegmatitiques	Pegmatite graphique.....	Ax, Lès, Luchon, base du pic du Gar.
	P. micacée.....	—
	P. tourmalinifère.....	—
	P. grenatifère, etc.....	—
Variétés micriscristallines	Granulite à mica noir. Granulite tourmalinifère. Granulite grenatifère, etc.	Partie des leptynites pyrénéens.....
Variétés cryptocristallines	Apélite porphyroïde.....	(ressemble à un porphyre quartzifère). — Entre Aleu et Castet, Id.
	Apélite euritique.....	(ressemble à une eurite), Id.

PORPHYRES

Les vrais porphyres sont très rares, au moins dans la région que nous avons parcourue. Nous avons vu qu'on avait confondu avec des eurites des roches qui ne sont que des microgranites ou des aplites, variétés micro-cristallines des granites à oligoclase et des granulites; le microscope, en effet, montre que ces roches ne renferment pas de pâte amorphe, et l'inspection de leur gisement prouve qu'elles sont en relation d'épanchement avec des roches franchement granitoïdes. D'un autre côté, la plupart des roches appelées porphyres quartzifères dans la région des Pyrénées, sont simplement des micro-granulites; tel est le cas de la roche pseudo-porphyrrique du Néthou et aussi du porphyre quartzifère si abondamment répandu dans les alluvions de la Garonne.

Ces *pseudo-eurites*, ces *pseudo-porphyrres* peuvent d'ailleurs se trouver dans les trois séries que nous avons indiquées, surtout dans la seconde.

Dans la série des granites;

Dans celle des granites granulitiques;

Dans celle des granulites

Il existe néanmoins de véritables *porphyres* aux environs de Bordes et dans la vallée de Létruque, roches vertes, grises, rougeâtres, ayant la fusibilité, la compacité, la cassure et le faciès des eurites; le microscope polarisant montre qu'elles sont constituées par une *pâte amorphe*, isotrope entre les micas croisés, renfermant, à l'état de cristaux, tantôt du feldspath, tantôt du quartz. Parfois, la roche est globulaire; parfois aussi on trouve des trainées pétrosiliceuses de couleur brunâtre ou jaunâtre.

Ces porphyres forment de petits filons en amont de Bordes dans le massif de la Ruère; ils traversent les diverses roches granitiques et aussi les calcaires du dévonien supérieur. Rarement leur puissance atteint un mètre; dans la vallée de Létruque, on trouve, au contact de l'ophite, une roche globulaire très curieuse ayant plus de dix mètres d'épaisseur.

Ces roches porphyriques comprennent les espèces suivantes :

1^o *Eurites vraies*;

2^o *Eurites porphyroïdes*;

3^o *Porphyres globuleux sphérolitiques ou à quartz globulaire*;

4^o *Porphyres pétrosiliceux*.

Elles sont postérieures au dévonien supérieur, puisqu'elles ont traversé et modifié les calcaires marmoréens de la série des griottes.

Filons de quartz.

Les filons de quartz sont très répandus dans ces formations anciennes ; ils paraissent de divers âges :

1^o Il y a d'abord une *venue antérieure au cambrien*, puisque à la base de cet étage (Rio-Bonaïgue, haut Sentein, etc.) on trouve des galets de quartz empâtés dans les schistes. Par son éclat gras et sa couleur enfumée, ce quartz rappelle celui des poudingues cambriens du N.-O. de la France. *Cette venue est probablement liée à l'épanchement du granite ancien.*

2^o Il y a, d'autre part, *des venues de quartz postérieures au cambrien*: témoin les filons qui traversent si fréquemment le silurien, ceux qui recourent le houiller du Rio-Negro, ceux aussi qu'on trouve dans le trias et plus rarement dans les étages secondaires plus récents. Ils m'ont paru se rattacher à des émissions d'âge différent.

a). *Les unes sont liées à la venue des pegmatites* et constituent comme des apophyses lointaines des éruptions granulitiques ; tel est le cas des nombreuses veinules de quartz qui s'irradient en tous sens dans les schistes à graptolites de Sentein, dans ceux de Sode, de Lège et de beaucoup d'autres points des Pyrénées. Le quartz est, dans certains cas, accompagné de feldspath plus ou moins kaolinisé et converti habituellement en argile chimique (halloysite ou allophane), parfois aussi de mica noir transformé, par hydratation, en damourite, minéral qu'on retrouve quelquefois aussi dans les roches qui sont au contact. Le plus souvent pourtant, de cette émission pegmatitique, il ne reste plus, comme témoin, que du quartz plus ou moins caverneux dont les cavités renferment parfois de la pyrite ou d'autres matières métalliques provenant d'un remplissage ultérieur. Les filons quartzeux de ce genre ne m'ont pas paru se retrouver dans le dévonien ; d'où je conclus à leur antériorité par rapport à cet étage. Ce sont les débris de ce quartz et ceux du quartz ancien qui constituent, en grande partie, la matière des conglomérats triasiques.

On sait que des relations de ce genre entre les filons de quartz et les éruptions granulitiques ont été déjà observées dans d'autres pays, tout récemment, en particulier, par M. Munier-Chalmas.

b). Il y a, d'autre part, *des venues de quartz postérieures au terrain houiller*. A cette catégorie doivent être rapportés les filons de quartz qui ont traversé la grauwacke houillère du Rio-Negro, les filons de quartz, habituellement cuprifères, qui ont imprégné de particules métallifères et de barytine les grès du trias pyrénéen, ceux qui ont injecté d'oligiste les poudingues qui sont à la base de cet étage, ceux aussi qui ont traversé les schistes liasiques de plusieurs vallées, et notamment de la Bellongue.

Quelques-uns se rattachent peut-être à la venue des granites granulitiques comme ceux des environs de Bordes; d'autres (filons à oligiste écailleux), se tenant presque toujours au contact ou au voisinage des massifs ophitiques, paraissent être liés à *la venue des ophites*. Enfin, vu la rareté des roches éruptives au-dessus du trias, je suis porté à croire que les filons qu'on trouve dans des étages plus élevés sont des *filons de quartz indépendants*, analogues à ceux qui se montrent dans les terrains secondaires de tous les pays.

c). A titre de complément, j'ajouterai que dans le crétacé supérieur des Pyrénées, et plus particulièrement à Propiary (Haute-Garonne), les fossiles sont imprégnés de quartz calcédonieux, affectant presque toujours la forme de gouttelettes. Je suis porté à y voir comme un écho des émissions d'opale et de calcédoine qui ont modifié les terrains tertiaires du plateau central.

En résumé, on peut classer chronologiquement ces épanchements de quartz de la manière suivante :

- 1° Venue granitique; liée au granite ancien — *anté-archéenne*.
- 2° Venue granulitique, liée aux pegmatites — *anté-dévonienne*.
- 3° Venue granito-granulitique (?), liée aux granites récents — et à leurs variétés granulitiques et microgranulitiques — *post-dévonienne*.
- 4° Venue ophitique, liée aux ophites — *postérieure au trias inférieur*.
- 5° Venue du quartz indépendant — *pendant période secondaire*.
- 6° Venue du quartz calcédonieux — *postérieure au crétacé; probablement tertiaire*.

Ainsi, les éruptions de quartz ont eu lieu à tous les âges; en dehors de ces émissions d'origine interne, on trouve dans les divers terrains, et même dans les roches massives comme le granite, du quartz de sécrétion.

En général, ces quartz de divers âges se différencient difficilement les uns des autres au point de vue minéralogique : il est toutefois à présumer que les différences originelles qui existaient entre eux, ont été effacées en partie, soit par l'influence des masses traversées, soit par suite de la coexistence dans les mêmes fractures de filons de divers âges.

Roches neutres et basiques.

Les roches granitoïdes basiques sont très répandues dans les Pyrénées, la plupart sont à base d'amphibole.

Syénite. — Je n'ai pas rencontré de syénite véritable. La plupart des roches désignées sous ce nom sont des granites amphibolifères appartenant à la série des granites granulitiques.

Diabase. — Aucune roche de ce genre n'a été encore signalée dans les

Pyrénées centrales; peut-être faudra-t-il y rapporter un certain nombre d'ophites et en particulier celle de la vallée de Létruque. On sait que la plupart des micrographes regardent d'ailleurs beaucoup d'ophites comme des diabases dégénérées.

Euphotide. — Pas de véritable euphotide; néanmoins certaines ophites s'en rapprochent par l'abondance de la diallage.

Diorite. — Les diorites anciennes sont rares; elles sont toutefois très fréquentes, mais en petits filons, dans les schistes cambriens des Pyrénées-Orientales.

Ophites. — A côté des diorites se placent des roches essentiellement caractéristiques de la région pyrénéenne, jouant dans cette chaîne le rôle des euphotides dans les Alpes et l'Apennin. Elles sont répandues à profusion dans les montagnes de second ordre, surtout dans la zone du calcaire de Charpentier et le long des affleurements triasiques; par contre, elles ne se montrent guère dans la haute chaîne.

Bien que j'ai eu l'occasion de visiter de nombreux gisements ophitiques, je n'insisterai pas sur le compte de cette roche singulière sur laquelle, malgré les travaux multipliés dont elle a été l'objet, plane toujours une certaine incertitude. Leur composition minéralogique est généralement bien connue, grâce aux recherches des micrographes de tous les pays; mais on est loin de s'entendre sur leur origine et surtout leur âge. Voici quelle est ma manière de voir à ce sujet :

Contrairement aux assertions de MM. Virlet, Magnan, Garrigou, Dieulafait, les ophites ne me paraissent pas des sédiments modifiés, mais bien des roches d'origine interne venues au jour à la façon des granites. La plupart des géologues et tous les micrographes sont d'accord sur ce point. Dans le Saint-Gironnais j'ai rencontré deux filonnets d'ophite dans des circonstances qui mettent hors de doute la nature éruptive de cette roche. L'un, à Bethmale, sur la route de Bordes à Arrien, traverse la pegmatite (voir fig. 51); toutefois, il est extrêmement mince et ressemble à un placage. La même particularité se retrouve, mais beaucoup plus nette, au nord du hameau de Sarraillé (commune de Biert) : le long d'un petit chemin qui monte dans la direction de Campfaba, j'ai découvert, en plein granite, un filon d'ophite large de 40 à 20 centimètres.

La composition de l'ophite est très variable quelquefois dans un même gisement, et à cet égard il y a plus de différence parfois entre les diverses parties d'un même massif qu'entre deux massifs situés dans des terrains bien différents. Toutefois, cette roche est composée essentiellement d'un feldspath plagioclase (oligoclase, labrador) auquel se joint, en association granitoïde, un ou plusieurs minéraux basiques, augite, diallage, ouralite, et plus souvent amphibole hornblende; la pyrite, l'oligiste, le sphène s'y montrent souvent. Comme produits d'altération, on y trouve la calcite, la viridite et parfois la serpentine. Pour plus de détails, je renverrai aux travaux de MM. Michel-Lévy, Macpherson, Kuhn, Rosenbusch, Zirkel.

Quant à l'âge, les ophites que j'ai vues dans l'Ariège et la Haute-Garonne m'ont paru être venues au jour entre le trias inférieur et le trias supérieur. Jamais, en effet, même dans les localités comme Lez où les ophites

sont en contact immédiat du conglomérat triasique, on ne trouve de fragments d'ophite dans le conglomérat; nous avons vu d'ailleurs, à Bordes, que l'ophite a injecté d'oligiste et d'épidote le dévonien et le trias. D'autre part, on sait que, d'après une observation de M. Hébert, l'ophite se trouve en galets dans le conglomérat liasique de Miramont (voir *anté*, page 51); j'en ai trouvé aussi dans le jurassique, à l'ouest d'Engomer. Il semble donc que l'ophite vienne se placer entre le trias inférieur et le jurassique supérieur; d'autre part, les marnes bigarrées du keuper pyrénéen étant composées en grande partie, d'après Dieulafait, de particules ophitiques, on est amené à penser que l'ophite est antérieure au keuper. En définitive donc elle semble être venue, au moins dans la grande majorité des cas, entre le dépôt du trias inférieur et celui du trias supérieur. On trouve, il est vrai, fréquemment l'ophite en pointements dans le jurassique, le crétacé peut même le tertiaire, et souvent la roche éruptive est alors accompagnée de perturbations et de phénomènes métamorphiques qui sembleraient faire croire à sa postériorité; mais, comme l'a fait remarquer judicieusement M. Hébert à propos de l'ophite de Lortet (voir *anté*, p. 50), « les perturbations ne sont pas le fait de l'ophite elle-même et ne prouvent nullement, vu l'absence de toute injection, la postériorité de cette roche éruptive. » La présence de la couseranite dans les calcaires avoisinant l'ophite peut résulter des phénomènes mécaniques ou chimiques qui ont accompagné ou suivi l'intrusion de cette roche au sein de terrains plus récents. On sait d'ailleurs, depuis François, que parfois ce minéral se développe indépendamment de toute roche ophitique.

Lherzolite — Cette roche, essentiellement composée de péridot auquel se joignent l'enstatite, un diopside chromifère et de la picotite, est très apparentée aux ophites; elle les accompagne parfois (Arguenos, Portet) et semble s'y rattacher par certaines ophites serpentineuses (Castillon). On la trouve toujours dans le calcaire marmoréen; elle est probablement du même âge que l'ophite. Les brèches qu'on a invoquées pour prouver sa postériorité par rapport au calcaire, m'ont paru des brèches de friction.

Telles sont les principales roches basiques de la région pyrénéenne. Comme elles sont très rares dans la partie montagneuse, je me suis borné ici à leurs traits les plus essentiels, me réservant d'en faire plus tard une étude plus approfondie.

Filons métallifères.

Quel est l'âge des filons métallifères qui ont traversé à divers niveaux les massifs montagneux des Pyrénées centrales? Voici, sous toutes réserves, les conclusions auxquelles je suis arrivé sur l'époque à laquelle sont venues les principales substances métalliques de cette région :

Cuivre Le cuivre se rencontre à l'état de pyrite dans presque toutes les formations anciennes: on en trouve dans le terrain houiller du Rio-Negro; il est d'autre part assez répandu dans le trias; il existe à l'état de mouches dans quelques ophites (ophite d'Eup). Il semble donc, si toutes les éma-

nations cuivreuses remontent à la même époque, qu'elles soient postérieures au trias et liées à l'apparition des ophites.

Plomb, Zinc, Argent. — Ces trois métaux sont presque toujours associés à l'état de sulfures. Ils sont très abondants, les deux premiers surtout, dans les terrains les plus anciens ; on en retrouve à la base du terrain secondaire dans la Bellongue. Il semblerait, d'après cela, que leur venue soit postérieure au terrain primaire ; toutefois je suis porté à croire que la plupart des filons sont antérieurs au dévonien et liés à l'intrusion dans le terrain silurien du granite ancien déjà consolidé.

Cobalt. — Le cobalt a été signalé à l'état de sulfo-arséniure dans le cambrien d'Aulus et des environs de Luchon ; il ne paraît pas remonter plus haut. Dans l'Aragon se trouve le riche gisement de Gistain.

Antimoine. — L'antimoine existe à l'état de sulfure dans le dévonien de Poubeau. C'est, à ma connaissance, le seul niveau où il ait été rencontré.

Fer. — Les minerais de fer sont très abondants dans les Pyrénées, et particulièrement dans l'Ariège, soit seuls, soit accompagnés d'autres minerais. Les pyrites se trouvent un peu à tous les niveaux, mais surtout dans le silurien ; seule la pyrite magnétique ne se rencontre guère que dans l'archéen et le cambrien. — Le fer oligiste est particulièrement répandu au voisinage des gîtes ophitiques, de sorte qu'on est amené à penser, avec François, qu'il est lié à la venue de cette roche éruptive ; le calcaire métallifère en renferme en abondance, mais le plus souvent alors, à l'état d'hématite brune mêlée presque toujours de sidérose. — Le fer magnétique ne se trouve guère que dans les schistes les plus anciens. Le fer hydroxydé se rencontre aussi dans le jurassique, notamment à Balaguères, mais le plus souvent il semble résulter de la décomposition des pyrites.

La très grande majorité, disons la totalité des minerais de fer, paraît se rattacher à des épanchements de l'époque secondaire.

Manganèse. — Le manganèse accompagne le fer dans beaucoup de gîtes ; il est particulièrement répandu dans le dévonien des Hautes-Pyrénées (vallée de la Neste), aussi de la Haute-Garonne (vallée d'Oueil) et de l'Ariège (Riverenert) ; beaucoup de marbres de la série des griottes lui doivent leur coloration. Il est probablement du même âge que le fer hydroxydé.

Or. — On sait que quelques rivières pyrénéennes, notamment l'Ariège, l'Arize, le Salat, roulent assez de paillettes d'or natif, dont l'exploitation, naguère florissante, remonte à l'époque romaine. L'ingénieur François le rattachait à la venue des roches ophitiques ; mais l'existence de paillettes en amont de la zone ophitique semble indiquer qu'il n'en est pas ainsi. Il est très probable qu'ici comme à la Gardette, dans le Dauphiné, l'or natif est lié à des filons de quartz : l'accolement de certaines pépites à des fragments de quartz en est une preuve.

DEUXIÈME THÈSE

PROPOSITIONS DONNÉES PAR LA FACULTÉ

ZOOLOGIE. — Des spongiaires ; leurs relations zoologiques déduites de leur organisation et de leur évolution.

BOTANIQUE. — Les gymnospermes.

Vu et approuvé, Paris, le 3 août 1887.

Le Doyen de la Faculté des sciences,

HÉBERT.

Vu et permis d'imprimer,

Le Vice-Recteur de l'Académie de Paris,

Le 4 août 1887,

GRÉARD.

